


BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

<36630100020014

Anleitung

zum

Studium

der

Geognosie und Geologie,

besonders

für

deutsche Forstwirthe, Landwirthe und Techniker,

von

Bernhard Cotta,

Dr. Ph.

Mit 1 Steindrucktafel, 51 eingedruckten Holzschnitten und 2 Tabellen.

Dresden und **Leipzig,**
in der Arnoldischen Buchhandlung.

1842.


Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort.

Die Tendenz dieser Schrift geht schon aus dem Titel hervor. Der Hauptzweck derselben ist nicht, etwas Neues aufzustellen, sondern die Wissenschaft in ihrem gegenwärtigen Zustande übersichtlich und für den Anfänger bequem darzustellen, und dabei auf ihre praktische Anwendung Rücksicht zu nehmen, letzteres allerdings vorzugsweise in einem besonderen Abschnitte, um nicht überall die systematische Anordnung dadurch zu unterbrechen. Da das Buch vorzugsweise für deutsche Forstwirthe, Landwirthe und Techniker bestimmt ist — welche besondere Rücksicht mir in meiner gegenwärtigen Stellung sehr nahe lag — so sind manche mehr abstracte Theile der Geognosie und Geologie verhältnifsmäfsig nur kurz und oberflächlich behandelt worden, so z. B. die Versteinerungen, die vulkanischen Erscheinungen und die Literatur; aus demselben Grunde ist allen, Deutschland nicht unmittelbar berührenden Verhältnissen und Arbeiten nur geringe Aufmerksamkeit gewidmet worden. Dessenungeachtet hoffe ich, dafs das Buch nicht blos den Forstwirthen, Landwirthen und Technikern, sondern überhaupt Jedem, der sich für Geognosie und Geologie interessirt, Belehrung und Unterhaltung verschaffen kann; selbst dem Geognosten vom Fach dürfte es vielleicht von einigem Interesse sein, darin manche meiner eigenen Beobachtungen und Ansichten — insoweit es der praktische Hauptzweck erlaubte — entwickelt zu finden. Aus diesem Grunde mufs ich hier zur näheren Bezeichnung meines Standpunktes bemerken, dafs meine Beobachtungen sich zwar fast nur auf Deutschland beschränken, in dessen Centrum ich aber seit fast 10 Jahren mit speciellen geognostischen

Untersuchungen beschäftigt bin, dessen entferntere Theile ich mehrmals zu bereisen Gelegenheit hatte, und dessen sorgfältiges Studium ich zur Aufgabe meines Lebens gemacht habe. Aufser Deutschland sah ich bis jetzt nur einen kleinen Theil von England. Mein erster Lehrer der Geognosie war Kühn in Freiberg, dann hatte ich das Glück, ein Jahr lang Schüler und Hausgenosse v. Leonhard's in Heidelberg zu sein. Alexander v. Humboldt und Leopold v. Buch gestatteten mir freundlichst, wiederholt sie auf kleinen für mich dadurch höchst lehrreichen Reisen zu begleiten, und seit 1833 habe ich das Vergnügen, mit Carl Naumann an der grofsen geognostischen Karte von Sachsen zu arbeiten, die ich später mit Genehmigung und Unterstützung der betreffenden Regierungen über ganz Thüringen fortsetzen zu können hoffe. Diese Kartenarbeiten, sowie meine Beschäftigungen bei hiesiger Akademie für Forst- und Landwirthe, waren die Ursache, wefshalb seit 1839 jährlich immer nur ein Viertheil dieser Schrift erscheinen konnte, und eine natürliche Folge davon ist es, dafs in den zuerst herausgekommenen Heften die jetzt neuesten Fortschritte der Wissenschaft nicht berücksichtigt worden sind, und dafs sich manche kleine Wiederholungen und Inconsequenzen in den Bau des ganzen Buches eingeschlichen haben. Für diese, sowie für einige dem Hauptzwecke nicht entsprechende zu specielle Ausführungen einzelner Theile, mufs ich um Nachsicht bitten.

An der Seite 4 erwähnten geognostischen Topographie von Deutschland arbeite ich bereits. Ihre Herausgabe bedingt jedoch noch viele Studien, und ich werde damit um so weniger eilen, da sie von der gegenwärtigen Schrift als ganz unabhängig angesehen werden kann.

Tharand, im Mai 1842.

B. Cotta.

Inhaltsverzeichnifs.

B. Formenlehre (Structurlehre).

Innere Formen oder Absonderung der Gesteine.

C. Lagerungslehre. (Lagerung der Gesteinskörper).

D. Versteinerungslehre (Paläontologie, Petrefactologie).

System der Geognosie. . . 133

B. Abnorme Gesteine.

Elemente, Geschichte und System der Geologie.

Geologie.

Seite

Anhang.

Gegenstand.

Das Wort Geognosie ist aus den griechischen Worten: γῆ, Erde, und γνῶσις, Kenntnifs, zusammengesetzt, heifst also Erdkenntnifs. Diese Wissenschaft würde sich demnach mit Allem zu beschäftigen haben, was zu unserer Erde gehört; man versteht jedoch darunter im gegenwärtigen Sprachgebrauche nur einen kleinen Theil der Erdkenntnifs, und zwar namentlich den, welcher sich mit dem inneren Bau des festen Erdkörpers und einigen damit in Beziehung stehenden Verhältnissen seiner Oberfläche beschäftigt.

Wer irgend eine bergige Gegend aufmerksam durchwandert, der wird bald finden, dafs die Stein- oder Felsmassen, welche theils frei hervortreten, theils dem lockeren Boden als Unterlage dienen, nicht überall einerlei sind. Diese verschiedenen Gestein- oder Felsarten zu unterscheiden, ihre Natur zu studiren, so wie die Regeln und Gesetze ihrer Vertheilung, äufseren Gestalt und gegenseitigen Beziehungen zu erforschen, ist das Geschäft der Geognosie.

Häufig werden die Worte Geognosie und Geologie (λόγος, Rede, Lehre) verwechselt und für denselben Gegenstand angewendet, wie sie denn auch ihrer Ableitung nach wenig von einander verschieden sind; man hat jedoch in neuerer Zeit, wenigstens in Deutschland, einen Unterschied zwischen beiden so angenommen, dafs Geologie mit Erdentstehungslehre oder Geogenie ziemlich gleichbedeutend gebraucht wird.

Während sonach die Geognosie beschäftigt ist, den Zustand des Vorhandenen genau auszumitteln und darzustellen, ist die Geologie bemüht, die Entstehung dieses Zustandes zu erklären. Die Geognosie liefert der Geologie die Materialien zu einem Ideengebäude, welches je nach der Dauerhaftigkeit derselben und der Art ihrer Verbindung fest und harmonisch, oder gebrechlich und mifsgestaltet ausfällt.

Man sieht leicht, dafs beide Wissenschaften so innig in einander greifen, dafs billiger Weise keine ganz ohne die andere gedacht werden kann. Denn so thöricht es auf der einen Seite sein mag, Theorieen über Entstehung der Erde aufzubauen, so lange man ihre Natur noch nicht gehörig kennt, so scheint es auf der anderen Seite eines denkenden Geistes ganz unwürdig, die Natur des Erdbaues zu studiren, ohne sich Ideen über die Entstehung des Ganzen oder einzelner Zustände zu machen.

Man mufs jedoch bei Anstellung geologischer Betrachtungen stets sehr vorsichtig sein, damit sie nicht die unbefangene Beobachtung stören und ein falsches Licht auf vorliegende Thatsachen werfen. In diesem Buche sind sie deshalb meist in einen besonderen Abschnitt verwiesen.

Ueberblick.

Ehe wir zu der Lehre selbst übergehen, dürfte es gut sein, einen kurzen Ueberblick der Anordnung zu geben, in welcher sie hier vorgetragen wird.

I.

Vorbereitungen.

In diesem Abschnitte werden einige Kenntnisse angedeutet, welche nöthig sind, um den eigentlich geognostischen Abschnitt gehörig zu verstehen und zu würdigen, es sind diefs namentlich gewisse Theile der physikalischen Erdkunde, so wie Betrachtungen über die Hülfsmittel zum Studium der Geognosie.

II.

Elemente der Geognosie.

Allgemeine Betrachtung der Natur, der Lagerung und der organischen Einschlüsse derjenigen Massen, woraus die feste Erdkruste besteht.

A.

Gesteinslehre.

Die Lehre von der Natur der Massen, Textur und Zusammensetzung der Gesteine.

B.

Formenlehre.

Die Lehre von der inneren und äufseren Gestalt der Gesteinskörper.

C.

Lagerungslehre.

Die Lehre von der verschiedenen Art gegenseitigen Verbandes der Gesteinskörper.

D.

Versteinerungslehre.

Die Lehre von dem Wesen und geognostischen Werthe der in Gesteinen eingeschlossenen organischen Körper.

III.

System der Geognosie.

Betrachtung des Baues der festen Erdkruste oder Darstellung der Anordnung und Lagerung der Gesteine und lockeren mineralischen Anhäufungen, woraus sie besteht. Daraus abgeleitete Unterscheidung und Reihenfolge der Formationen und Gesteinsgruppen.

A.

Flötzformationen.

Betrachtung der einzelnen Formationen nach der Reihenfolge ihrer Lagerung.

B.

Gruppen der Massengesteine.

Ihre gegenseitige Verwandtschaft und Anordnung.

C.

Gänge.

Besondere Natur gewisser Gänge, namentlich der Erzgänge.

IV.

Geologie.

Die Lehre von der Entstehung und Ausbildung der Erde. Es beginnt dieser Abschnitt mit einem kurzen Ueberblick der Geschichte der Wissenschaft.

V.

Anwendung der Geognosie und Geologie

auf Bodenkunde (Feld- und Waldbau) und Technik.

VI.

Inhaltsverzeichnifs.

Dieses enthält alle in dem Buche erläuterte oder gebrauchte technische Ausdrücke und Eigennamen und bildet somit eine Art von geognostischem Lexikon.

Ein später erscheinender zweiter Theil wird sich mit dem geognostischen Bau Deutschlands beschäftigen und nach einem allgemeinen Ueberblick eine geognostische Topographie des mittleren Deutschlandes versuchen.

I.

Vorbereitungen.

A.

Einiges aus der physikalischen Erdkunde.

Von den physikalischen Verhältnissen unseres Planeten werden hier vorzugsweise nur solche berührt, welche unmittelbar und erkennbar von der festen Erdmasse abhängen oder auf sie einwirken. Das allgemeinste Gesetz alles Körperlichen ist das der Schwere. Seine Kenntnifs wird vorausgesetzt so wie überhaupt die nachstehende Zusammenstellung für die meisten Leser nur als übersichtliche Vorführung des längst Bekannten anzusehen sein wird.

1. Allgemeine Gestalt der Erde.

(Kugelgestalt, Abplattung, Horizont.)

Die Erde ist eine in der Richtung ihrer Drehungsaxe um $\frac{1}{300}$ ihres Durchmessers zusammengedrückte Kugel, folglich ein Sphäroid. Ihr Durchmesser am Aequator beträgt 1719 Meilen, von Pol zu Pol hingegen nur 1713,6 Meilen. Die Kugelgestalt der Erde ist zwar auch aufser dieser Abplattung keine vollkommene; namentlich erheben sich die Festländer mit ihren Gebirgen über das Meer und dessen Boden. Alle diese Abweichungen sind jedoch verhältnifsmäfsig so gering, dafs man für viele Zwecke die Erde recht füglich als Kugel betrachten darf.

Eine Folge der Kugelgestalt ist die Kreisform des Horizontes, den wir von erhabenen Punkten übersehen, die Rundung der Erde setzt unseren Blicken, unabhängig von

der gröfseren oder geringeren Durchsichtigkeit oder Strahlenbrechung der Luft, nach allen Seiten gleichweite Grenzen, wenn nicht specielle Erhöhungen störend dazwischen treten. Wir übersehen jedoch natürlich einen um so gröfseren Horizont, je mehr wir uns über die kugelförmige Erdoberfläche erheben. Der Halbmesser dieses Gesichtskreises beträgt, abgesehen von atmosphärischen Einwirkungen, in einer Ebene oder auf dem Meere:

bei .	10	Fufs	Erhebung	19804	Par.	Fufs.
„ .	20	„	„	28022	„	„
„ .	50	„	„	44295	„	„
„ .	100	„	„	62642	„	„
„ .	500	„	„	140070	„	„
„	1000	„	„	198090	„	„
„	5000	„	„	442950	„	„
„	10000	„	„	626400	„	„

oder 27 deutsche Meilen. So weit also würde man von einem 10000 Fufs über eine Ebene oder über eine Meeresfläche aufragenden Berge sehen können. Vom 26000 Fufs hohen Dhawalagiri in Asien würde man unter gleichen Umständen einen Kreis von 43 Meilen Halbmesser überblicken. Sind sehr entfernte Gegenstände über die Ebene (Erdkugelfläche) erhaben, so mufs auch ihre Höhe mit in Rechnung gebracht werden.

2. Allgemeiner Bau der Erde.

(Erde, Wasser, Luft, Licht.)

Den festen mineralischen Kern unseres Planeten sind wir gewohnt vorzugsweise Erde zu nennen, die obigen Angaben der Gestalt beziehen sich nur auf ihn mit Einschlufs des Wassers. Eigentlich gehört aber auch die Atmosphäre zu dem Planeten, denn sie bewegt sich mit ihm durch den Weltraum. Den festen Kern umgiebt zunächst das tropfbar flüssige Wasser, welches jedoch nur etwa $\frac{2}{3}$ seiner Oberfläche bedeckt, so dafs das andere Drittel uns zum Wohnplatz übrig bleibt. Unser Aufenthalt ist der Boden des Luftmeeres, dessen Höhe man aus der Strahlenbrechung auf 10 geographische Meilen schätzt, ohne da-

durch seine wirkliche Grenze zu bestimmen. Die Gestalt und Grenze der Atmosphäre ist nicht genau bekannt, wahrscheinlich aber der festen Oberfläche ziemlich parallel; jenseit beginnt das, was man Weltraum nennt, von den uns bekannten Dingen vielleicht nur Licht (und Wärme) enthaltend. Die allgemeinste Anordnung von Festem, Flüssigem, Luftförmigem und Unwägbarem (Licht) steht sonach ganz in Einklang mit den Gesetzen der Schwere. Was den eigentlichen Erdkern bildet, ist uns jedoch nicht sicher bekannt.

3. Oberflächengestalt.

(Land, Meer, Hochländer, Niederungen, Gebirge, Ebenen, Berge, Hügel, Thäler.)

Die Gesammtoberfläche der Erde beträgt 9260000 Quadratmeilen, davon sind ungefähr 6200000 mit Wasser bedeckt, die übrigen 3060000 Land. Das Land besteht aus grofsen Festländern und Inseln, auf ihm erheben sich Berge und Gebirge.

Nach diesen allgemeinen Kriterien kann man folgende Systematik der Erdoberflächengestalt entwerfen: Als Basis dient der Meeresspiegel; von ihm ausgehend, unterscheidet man folgende Gegensätze von

Erhöhungen und Vertiefungen:
Land — Meeresboden,

auf dem Lande:
Hochländer — Niederungen,
Gebirge — Ebenen,
Berge — Thäler,

auf dem Meeresboden:
Klippen und Sandbänke — Tiefen.

Alles Hochland zerfällt in: Gebirge, Bergland, Hügelland, und zwischen diesen Erhöhungen können Ebenen liegen. Gebirgsketten sind Verbindungen mehrer Gebirge in einer Hauptrichtung. Gebirge bestehen aus der Vereinigung von Bergen zu einem zusammenhängenden Ganzen; man erwartet jedoch zugleich, dafs

eine solche, mit dem Namen Gebirge bezeichnete Berggruppe wenigstens 1000 Fufs über die Meeresfläche und mehr als 500 Fufs über die nächsten Ebenen ansteige. Geringere Erhabenheiten können nur dann allenfalls »kleine Gebirge« genannt werden, wenn ihre sehr regelmäfsige Gruppirung es entschieden heischt. Bedeutend höhere nennt man auch bei der gröfsten Unordnung ihrer Theile Gebirge.

Die Gebirge haben sehr verschiedene Formen. Nach ihrer Grundfläche unterscheiden sich: Kettengebirge und Massengebirge, nach ihrer Oberfläche: Alpengebirge, Rückengebirge und Gebirge mit Hochplateaus. Durch Beispiele lassen sich diese nicht ganz bestimmten Begriffe am befsten versinnlichen. Der Thüringer Wald ist ein Kettengebirge, weil seine Grundfläche länger als breit ist, und er gewissermafsen aus in einer Richtung aneinander gereihten Bergmassen besteht, deren fast zusammenhängende Gipfel den Kamm des Gebirges bilden, von welchem die Bäche meist nach zwei Seiten hin ablaufen. Der Kamm des Thüringer Waldes ist ungewöhnlich zusammenhängend, wodurch es möglich geworden, einen Weg, den sogenannten Rennsteig, auf seiner ganzen Länge fortzuführen. Der Harz ist ein Massengebirge, weil seine Grundfläche nach keiner Richtung eine sehr vorherrschende Ausdehnung besitzt, die ihn zusammensetzenden Bergmassen nicht linear aneinander gereiht, sondern vielmehr um einen Mittelpunkt angehäuft sind, der auch zugleich die gröfste Höhe erreicht.

Alpengebirge sind am befsten in den Schweizer- und Tyroleralpen charakterisirt; ihr Auszeichnendes ist vorzüglich die grofse Höhendifferenz zwischen den Bergspitzen und ihren gemeinschaftlichen Fufspunkten, den Gebirgspässen, so wie überhaupt grofse Steilheit und pittoreske Form, bei beträchtlicher Höhe.

Durch den Ausdruck Rückengebirge (oder schlechtweg Gebirge) wird die gewöhnlichste Form der Gebirge bezeichnet, wenn dieselben, wie das Riesengebirge, das Erzgebirge, der Harz, der Odenwald u. s. w., aus mehr oder weniger markirten Bergrücken zusammengesetzt sind.

Gebirge mit Hochplateaus sind in Deutschland nicht

in auffallender Weise, wenigstens nicht im Grofsen vorhanden, ein schwaches Beispiel liefert die Eifel. Man versteht darunter Gebirge, die statt eines entschiedenen Gipfels oder Kammes eine weit ausgedehnte Fläche tragen, auf der sich wieder einzelne Berge erheben können, ohne selbst zu dem eigentlichen Bau des Gebirges zu gehören. Die grofsartigsten Beispiele dieser Gebirgsform liefern die Anden in Mexiko und einige Gebirge im Innern Asiens. Ganze Länder können Hochplateaus sein und in sich wieder die übrigen Gebirgsformen zeigen.

An den Gebirgen unterscheidet man vorzüglich folgende Theile: den »Fufs« oder die Grenze gegen die Ebene, den »Abfall«, zwischen Fufs und Rücken oder Gipfel gelegen, den »Gebirgsgipfel« oder »Gebirgsstock«, die höchste Erhebung eines Massengebirges, und den »Gebirgsrücken« oder das »Hauptjoch« (Gebirgskrete), die höchsten Erhebungen eines Kettengebirges. Von dem Hauptjoche laufen die »Seitenjöcher« aus und zwischen ihnen die »Hauptthäler.« Weitere Verästelungen und Modifikationen dieser Gebirgstheile bezeichnet man durch die Ausdrücke »Nebenjöcher, Seitenthäler, Schluchten, Seitenschluchten, Gründe u. s. w.« Thäler, welche dem Hauptgebirgsrücken parallel laufen, nennt man »Längenthäler,« die hingegen, welche ganze Gebirgszüge quer durchschneiden, oder zwischen ihnen hinlaufen, »Stromthäler.« Flache Erweiterungen der Thäler heifsen »Auen,« und, wenn sie sehr abgeschlossen sind, »Bassins« oder »Kessel.« Eine gewisse Art von kesselförmigen Vertiefungen sind die »Maare und Krater,« sie haben zuweilen gar keinen Abflufs und senken sich oft auf der Höhe der Berge ein (z. B. in der Eifel). Jedes Thal hat ein »rechtes und ein linkes Gehänge,« bei welcher Unterscheidung man sich stets im Thale hinabsehend denken mufs. Der ebene Boden des Thales ist die »Thalsohle«, und in ihr liegt das »Wasserbette« mit seinen Ufern.

Die Grade der Steilheit von Abhängen, Bergen oder Gebirgen bezeichnet man durch die Ausdrücke: sänftig, flach, steil, schroff, prallig, klippig und senkrecht, welche an sich selbst verständlich sind.

Die Höhen, zu welchen Gebirge ansteigen, sind sehr verschieden, im eigentlichen Deutschland erreichen das Riesengebirge und der Schwarzwald die gröfsten Höhen, indem sich ersteres bis zu 4900 und letzteres bis zu 5300 Fufs erhebt. Das Erzgebirge steigt nur bis zu 3800′ an.

Die höchste Gebirgserhebung beträgt

in Europa am Montblanc . . 14500′
in Afrika am Atlas . . . . 13200′
in Australien am Berg Egmont 14300′
in Amerika am Illemanni . . 25000′
in Asien am Dhawalagiri . . 26000′.

Bergland ist die ungeordnete Vereinigung mäfsig hoher Berge. Man unterscheidet zusammenhängendes und zerstreutes Bergland und erwartet, dafs die einzelnen Berge sich wenigstens 200 bis 500 Fufs über die nächsten Ebenen oder Hauptflüsse erheben. Beispiele des Berglandes sind besonders häufig in allen Gegenden, wo die sogenannten Flötzgebirge herrschen. In diesem Falle nimmt es dann oft einen besonderen Charakter an, indem eine um mehrere 100 Fufs über den Wasserspiegel der nächsten Flüsse erhabene Ebene, eine Art von Hochplateau, von einzelnen oder zahlreichen Thälern und Schluchten durchschnitten wird (fränkische Schweiz, Gegend von Naumburg). Ein Beispiel des zerstreuten Berglandes liefert besonders auffallend die Gegend von Böhmisch-Leipa und Gabel in Böhmen.

Hügelland ist nur ein niederer Grad von Bergland, welcher den Uebergang zu den

Ebenen bildet. Sehr bekannt ist die grofse norddeutsche Ebene, die nur selten von flachem Hügellande unterbrochen wird (z. B. bei Potsdam). Sie ist von vielen Strömen und Flüssen durchschnitten, deren flache Thäler oft weite Auen enthalten. Die norddeutsche Ebene gehört keinem Hochlande, sondern einer allgemeinen Niederung an; kleine Ebenen finden sich jedoch auch vielfach innerhalb des deutschen Hochlandes.

Die Niederungen beginnen stets am Meeresufer und können unmerklich bis gegen 1000 Fufs ansteigen; ihre

Grenzen gegen das Hochland sind nicht immer scharf ausgedrückt. Europa, als Beispiel, enthält eine einzige grofse Niederung zwischen einem nördlichen und einem südlichen Hochlande. Das nördliche Hochland umfafst: Irland, Schottland, einen Theil von England, ganz Skandinavien, Lappland, einen Theil von Finnland und die Gegend zwischen dem Onegasee und dem weifsen Meere. Das südliche: Portugal, Spanien, einen Theil Frankreichs und Deutschlands, die Schweiz, Italien, Ungarn, einen Theil von Polen und Südrufsland und den gröfsten Theil der europäischen Türkei mit Griechenland. Innerhalb Deutschlands wird seine Nordgrenze bezeichnet durch die Eifel, den Teutoburger Wald, den Harz, das Erzgebirge, die Lausitzer Gebirge, das Riesengebirge und die Sudeten. Nördlich von dieser Grenzlinie beginnt überall die sogenannte norddeutsche Ebene, welche einen Theil der grofsen europäischen Niederung bildet. Diese steigt in den weiten Strecken zwischen Nord-Brabant und dem Altai, zwischen dem finnischen Meerbusen und dem schwarzen Meere, nirgends viel über 1000 Fufs (nie über 1400) an.

Der Meeresgrund enthält ähnliche Unebenheiten wie das Land, ihre specielle Form ist jedoch nur wenig bekannt. Man unterscheidet vorzüglich flachen und tiefen Meeresgrund. Der erstere ist entweder eben (Dünen, Bänke) oder klippig (Scheeren). Die gröfsten Tiefen des Meeres sind nicht gemessen, weil diefs wegen der Wasserströmungen zu schwierig ist, dürften aber nach den Berechnungen von Laplace nirgends so viel betragen als die höchsten Erhabenheiten des Landes. Häufig beobachtet man untermeerische Fortsetzungen der Gebirge des Landes, und in der Regel kann man aus der Gestalt des benachbarten Landes auf die Gestalt und Tiefe des zunächst angrenzenden Meeresbodens schliefsen. Flach ansteigende Ufer deuten einen flachen, schroffe und felsige einen tiefen oder klippigen Meeresgrund an.

Es versteht sich von selbst, dafs die vorstehende systematische Eintheilung und Benennung der Unebenheiten unserer Erde etwas künstlich ist, da die Natur derartige bestimmte Unterschiede ihrer Gebirgsformen nicht anerkennt. Eine solche Aufstellung dient jedoch zur gegenseitigen Verständigung und macht auf Manches aufmerksam, was an den äufseren Formen vorzugsweise zu beachten ist.

4. Dichtigkeit der Erde.

(Die Dichtigkeit der Erde ist im Innern gröfser als an der Oberfläche.)

Newton berechnete zuerst aus allgemeinen astronomischen Gründen, dafs die specifische Schwere oder Dichtigkeit der Erde für das Erdganze gröfser sei als durchschnittlich für die Mineralmasse der Oberfläche. Er fand das allgemeine specifische Gewicht der Erde fünfmal so grofs als das des Wassers, während das der uns zugänglichen festen Erdmasse durchschnittlich noch nicht das Dreifache des Wassers beträgt.

Der Engländer Nevil Maskelyne stellte hierauf im Jahre 1774 Versuche an über die Ablenkung eines Lothes (Pendels) durch die vorher berechnete Masse eines Berges, wodurch er das Verhältnifs zwischen dem Gewicht der ganzen Erde und dem bekannten des Berges fand. Aus diesen Beobachtungen berechneten Hutton und Playfair das mittlere specifische Gewicht der Erde zu 4,7. Heinrich Cavendish, ein Landsmann des Vorigen, suchte ziemlich gleichzeitig das Gewicht der Erde durch die Anziehung von Kugeln an einer (Coulombischen) Drehwage zu bestimmen. Hieraus ergab sich die Dichtigkeit der Erde im Ganzen im Vergleich zu der des Wassers = 5,48, und dieses Resultat ist in neuester Zeit auffallend bestätigt worden durch die äufserst sorgfältigen Versuche mit demselben Instrumente, welche Prof. Reich in Freiberg anstellte. Er fand die Dichtigkeit oder das specifische Gewicht der Erde im Vergleich zum Wasser = 5,43, woraus sich das absolute Gewicht des ganzen Erdkörpers zu 114256 Trillionen Leipziger Centner ergiebt.

Aus allen diesen Versuchen und Rechnungen geht so viel mit Sicherheit hervor, dafs die specifische Schwere der Erde mehr als fünfmal so grofs als die des Wassers und fast noch einmal so grofs als die ihrer bekannten festen Oberfläche ist, woraus gefolgert werden kann, dafs sie gegen den Mittelpunkt hin zunimmt.

5. Temperatur der Erde.

(Die Temperatur der Erde ist an der Oberfläche je nach Höhen und Zonen verschieden und nimmt nach innen überall zu.)

Die Temperatur der äufsersten Erdoberfläche hängt so wie die der Luft grofsentheils von den täglichen und jährlichen Einwirkungen der Sonnenstrahlen ab. Ihr jährliches Mittel beträgt in den mittleren und niederen Gegenden Mittel-Deutschlands 9 bis 11° C., unter dem Aequator 27,5° C. (= 22° Réaumur).

Diese Angaben sind für das Niveau des Meeres berechnet und deshalb nur für solche Orte gültig, die nicht viel darüber erhaben liegen. Je höher man in die Gebirge aufsteigt, desto kälter werden die Luft und der Boden, und bei einer gewissen Höhe erreicht man überall die Grenze des ewigen Schnees. Diese untere Grenze der Region des ewigen Schnees nennt man Schneelinie; ihr Abstand von der Meeresfläche, also ihre Höhe, ist je nach dem Klima der Gegenden verschieden; unter dem Aequator beträgt er in den Anden Amerikas 14800′, im Himalajagebirge bei 30° nördlicher Breite 16500′, in den Schweizeralpen bei 47 Grad nördl. Br. nur 8000′. Aus den Resultaten vieler Beobachtungen hat man die Schneelinie als eine Curve construirt, welche sich bei 65 bis 75 Grad nördl. Breite über den Meeresspiegel erhebt und bei 60 Grad südl. Breite, dort also viel früher, wieder in das Meer sinkt. Diese Curve ist jedoch, wie schon die obigen Beispiele zeigen, nicht für alle Meridiane gleich gestaltet, weil die mittlere Temperatur der Erdoberfläche unter gleichen Breitengraden nicht überall gleich ist. Zahlreiche Beobachtungen haben nämlich gelehrt, dafs die sogenannten »Isothermen«

(Verbindungslinien derjenigen Orte, welche gleiche mittlere Temperatur besitzen) den Linien der Breitengrade keineswegs ganz parallel sind, sondern mancherlei Abweichungen davon machen.

Soviel über die Temperatur der Erdoberfläche, deren Kenntnifs man vorzüglich den Forschungen Alexander v. Humboldt's verdankt. Dringen wir jetzt, soviel diefs möglich, in das Innere der Erde ein. Jedermann weifs, dafs es in einem guten Keller nicht friert; des Grundes sind sich aber nicht Alle bewufst. Es ist die eigenthümliche Erdwärme, die diefs bewirkt, deren progressive Zunahme nach der Tiefe hin durch alle darüber angestellte Versuche in Gruben, Bohrlöchern und an Quellen erwiesen ist. Dringt man durch Gruben oder Bohrlöcher in das Innere der Erde ein, so findet man zunächst, dafs in Deutschland ungefähr bei 4 Fufs Tiefe die täglichen Temperaturwechsel aufhören und nur die jährlichen noch das Thermometer bewegen. Dann erreicht man bei ungefähr 60 Fufs Tiefe eine Region, in welcher auch die jährlichen Wechsel, also alle wechselnden Wirkungen der Sonne gänzlich verschwinden, und somit die der eigenthümlichen Erdwärme allein herrschen. Diese Tiefen sind unter dem Aequator weit geringer als nach den Polen zu, was eine natürliche Folge der verschiedenen Dauer der Tages- und Jahreszeiten ist.

Die Temperatur in einer gewissen Region des Erdinnern ist aber für jeden Ort völlig constant. Noch tiefer hinein findet ein gleichmäfsiges Zunehmen der Temperatur statt, und zwar, so weit die Untersuchungen reichen, durchschnittlich bei 120 Fufs um 1° der hunderttheiligen Skala.

Nicht in allen Gruben und Bohrlöchern, in welchen man Beobachtungen angestellt hat, ist diese Zunahme gleich gefunden worden, weil die Lage in Gebirgen oder Ebenen, Luftwechsel, von unten oder von oben, eindringendes Wasser, Grad der Leitungsfähigkeit und Wärme entwickelnde Zersetzungen des Gesteins, so wie gewisse Handlungen der Menschen (Athmen, Beleuchtung, Sprengung) u. s. w.

grofsen Einflufs haben und mancherlei Abweichungen hervorbringen können. Die Zunahme von 1° C. auf 120 Fufs ist aber das mittlere Resultat der zuverlässigsten von den vielen von v. Humboldt, Fox, Cordier, Reich u. a. angestellten Beobachtungen, und es scheint daraus hervorzugehen, dafs eine ähnliche Zunahme bis in die gröfsten Erdtiefen stattfinde, woraus dann nothwendig ein heifsflüssiger Zustand des Erdinnern zu folgern sein würde. Vorausgesetzt, dafs die Zunahme gleichmäfsig bleibt, so müfste schon bei 8 Meilen Tiefe der Schmelzgrad des Eisens (zu 1800° C. angenommen) eintreten, und bei 12 Meilen Tiefe oder 2700° C. würden alle uns bekannte Stoffe sich im heifsflüssigen Zustande befinden.

Durch die Innenwärme der Erde wird die Temperatur der warmen und heifsen Quellen am befsten erklärt und, wie wir später sehen werden, auch die Erscheinungen der Vulkane. Es ist sehr zu erwarten, dafs sich die Erdwärme einst als Heizmittel benutzen lassen werde, wie man denn schon jetzt in Würtemberg durch warme artesische Brunnen Gewächshäuser heizt.

Kurze Wiederholung.

Der Durchmesser der Erde beträgt am Aequator 1719, von Pol zu Pol 1713,5 Meilen, die Abplattung also $\frac{1}{300}$ des Durchmessers. — Den festen mineralischen Kern der Erde bedeckt zunächst bis auf $\frac{1}{4}$ seiner Oberfläche Wasser und beide zusammen umgiebt die Atmosphäre, deren Höhe man auf 10 Meilen schätzt. — Die Oberfläche der festen Erde ist uneben, die gröfsten Vertiefungen sind mit Wasser (Meer) erfüllt, das Land enthält Hochland und Niederungen, Gebirge, Bergland, Hügelland, Ebenen u. s. w. — Die Dichtigkeit oder specifische Schwere der festen mineralischen Erde ist an der Oberfläche durchschnittlich noch nicht dreimal so grofs als die des Wassers, im Allgemeinen aber mehr als fünfmal so grofs; sie nimmt folglich gegen den Mittelpunkt hin etwas zu. — Die mittlere Temperatur

der Erdoberfläche ist in Deutschland ungefähr 9 bis 11° C., am Aequator 27,6 ° C.

Die Grenze des ewigen Schnees erhebt sich bei 60 bis 75° Breite über das Meer und steigt bis zu 16,500 Fufs an. Die jährlichen Temperaturwechsel hören bei einer gewissen Tiefe (2 bis 80′) auf, noch tiefer nimmt die Temperatur überall gleichmäfsig zu, und zwar auf je 120′ um 1° C.

Ausführlich findet man diese physikalischen Verhältnisse des Erdkörpers z. B. in folgenden Werken dargestellt.

1. E. Schmidt — Lehrbuch der mathematischen und physischen Geographie, 2 Bände. — Göttingen 1830 — setzt ziemliche mathematsiche Kenntnisse voraus.
2. A. Kühn — Handbuch der Geognosie. B. I. — Freiberg 1833 — enthält zugleich sehr ausführliche theoretische Betrachtungen vom geologischen Standpunkte aus.
3. F. Kämtz — Lehrbuch der Meteorologie, 3 Bände, Halle 1831 — beschäftigt sich vorzugsweise mit der Atmosphäre.
4. B. Studer — Anfangsgründe der mathematischen Geographie, — Leipzig, 1836 — ist populär geschrieben.
5. F. Hoffmann — physikalische Geographie — Berlin 1837 — entwickelt namentlich auch die Geschichte dieser Kenntnisse und ihre geologischen Beziehungen.
6. G. Bischoff — die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers, ein Inbegriff aller mit der Wärme in Beziehung stehender Erscheinungen in und auf der Erde. Nach physikalischen, chemischen und geologischen Untersuchungen. Leipzig 1837. — enthält zugleich eine Theorie der warmen Quellen und der Vulkane.
7. H. Berghaus — physikalischer Atlas, Gotha. — dieser stellt die meteorologischen, hydrologischen, geologischen, magnetischen, phytographischen und zoographischen Verhältnisse der Erde bildlich dar.
8. Die cosmischen (astronomischen) Verhältnisse der Erde sind am fafslichsten und zugleich ganz gründlich dargestellt in dem vortrefflichen Buche von J. J. Littrow: die Wunder des Himmels oder gemeinfafsliche Darstellung des Weltsystems, Stuttgart, 1837.

B.

Hülfsmittel zum Studium der Geognosie.

Die Hülfsmittel zum Studium der Geognosie zerfallen, wie die einer jeden Naturwissenschaft, in natürliche und künstliche. Die ersteren sind es, welche überhaupt die Wissenschaft hervorgerufen haben, indem sie stets von der Natur zur Beobachtung dargeboten werden. Die letzteren sind durch Ausbildung der Wissenschaft entstanden und bestehen aus den Resultaten der bisherigen Forschungen.

Natürliche Hülfsmittel.

(Ein großer Theil der Erdmasse ist unseren Beobachtungen unzugänglich; der zugängliche beschränkt sich auf eine 2 bis 3000' dicke Kruste des Landes innerhalb der Höhendifferenz einer Meile.)

Da die Erforschung des inneren Baues der Erde und dessen Beziehungen zur Oberfläche Hauptgegenstand der Geognosie ist, so muſs es natürlich besonders wichtig sein, recht Vieles von dem Erdinnern kennen zu lernen. Da das Wasser in Gestalt von Meeren, Flüssen und Landseen den gröſsten Theil der Erdoberfläche bedeckt, so bleiben unsere Beobachtungen wesentlich auf das Land beschränkt. Aber auch von diesem ist der gröſsere Theil durch Boden und Vegetation bedeckt, welche die Wahrnehmungen der inneren Natur hindern, und nur an einzelnen Stellen ist dieselbe »entblöſst,« entweder durch natürliche, oder durch künstliche »Entblöſsungen,« z. B. an Felsen, sehr steilen Berg- und Uferwänden, in Steinbrüchen, Erz- und Kohlengruben, Bohrlöchern, Kanal- und Straſseneinschnitten, bei Grund- und Brunnengrabungen u. s. w. Auſserdem kann man oft aus den an der Oberfläche umher liegenden Steinen auf die mineralogische Unterlage schlieſsen, wenn nämlich diese Steine unter Umständen gefunden werden, aus denen hervorgeht, daſs sie nicht angeschwemmt oder auf andere Weise herbeigeführt sein können, sondern ganz in der Nähe »anstehen« müssen. Anstehendes Gestein,

heifst das noch in seinem natürlichen Felsenzusammenhange befindliche, es bildet einen Gegensatz zu den Bruchstücken und Geschieben; unter den letzteren versteht man abgerundete Steine, wie es die meisten in den Flufsbetten liegenden sind.

Entblöfsungen aller Art sind von Geognosten an unzähligen Punkten der Erdoberfläche beobachtet worden. Ein grofser Vorrath von Thatsachen, Material zum Gebäude der Wissenschaft, ist dadurch aufgehäuft und wird täglich vermehrt. Vergleichen wir aber den uns auf solche Weise bekannten Theil der Erde mit dem noch unbekannten, so ergiebt sich, dafs wir verhältnifsmäfsig doch noch sehr wenig von ihrem inneren Bau kennen, dafs nicht nur künftigen Beobachtungen aufserordentlich viel überlassen bleibt, sondern dafs sogar der gröfste Theil des Erdinnern den menschlichen Blicken für immer unzugänglich und deshalb der Spielraum für mehr oder weniger begründete Spekulationen bleiben wird.

Der Halbmesser der Erde mifst ziemlich 860 Meilen, unsere Beobachtungen dagegen beschränken sich, wenn man die an den höchsten Bergen und in den tiefsten Gruben zusammenstellt, auf die Höhendifferenz von nicht ganz einer Meile, also noch nicht ganz auf $\frac{1}{860}$ des Halbmessers.

Das Himalayagebirge ragt zwar am Dhawalagiri 26000′ (oder 1 Meile und 3150′) über den Meeresspiegel auf, aber seine Gipfel sind bis zu dem Niveau von etwa 16500′ herab mit ewigem Schnee bedeckt und deshalb für geognostische Beobachtungen ziemlich unzugänglich. Die tiefsten Grubenbaue und Bohrlöcher dringen kaum 3000′ in die Erdoberfläche ein, z. B.

Alte Hoffnung Gottes bei Freiberg mit 1312′ Saigerteufe (senkrechter Tiefe) etwa 260′ unter das Meeresniveau.

Hohe Birke bei Freiberg mit 1712′ Saigerteufe etwa 160′ unter das Meeresniveau.

Samson bei Andreasberg am Harz 2063′.

St. Daniel und beim Geist am Rörerbühel in Tyrol 2919′.

Der jetzt unfahrbare Eselsschacht zu Kuttenberg in Böhmen soll nach nicht ganz zuverlässigen Angaben 3548′ Tiefe erreicht haben.

Die Steinkohlengruben bei Valenciennes und Lüttich sind zwar an sich nicht die tiefsten, sollen aber 1600′ unter das Niveau des Meeres hinab reichen.

An den Küsten Englands giebt es Grubenbaue die wirklich unter den Meeresboden reichen, so dafs man in ihnen das Geräusch der Wogen vernimmt, und in Norwegen hat man früher Bergbau über der Grenze des ewigen Schnee's betrieben.

Das ist die Ausdehnung unserer Beobachtungen in vertikaler Richtung, d. h. die Erdoberfläche ist uns zugänglich von dem Meeresspiegel bis zu etwa 16500 Fufs Höhe und wir kennen stellenweise ihr Inneres bis gegen 3000′ Tiefe. Aus gröfserer Tiefe fördern zwar die Vulkane gewisse Produkte zu Tage, allein wir kennen weder die Tiefe, noch die auf dem Wege etwa vorgehenden Veränderungen genau. Weniger beschränkt sind unsere Forschungen in horizontaler Richtung, obwohl auch hier das Meer als ein mächtiges Hindernifs in den Weg tritt und $\frac{2}{3}$ der Erdoberfläche unsern Blicken für immer entzieht. Seine Küsten bieten dagegen einen kleinen Ersatz, indem sie vielfach die grofsartigsten und aufschlufsreichsten aller Entblöfsungen liefern. Ueberhaupt aber darf man nicht glauben, dafs durch diese Einschränkung der Beobachtungen die Erlangung allgemeiner Resultate, den inneren Bau der Erde betreffend, unmöglich gemacht sei. Durch die Vertheilung der Festländer und Inseln über alle Theile des Erdballes wird es oft möglich, aus ihrem Uebereinstimmen wohlbegründete Schlüsse über den ähnlichen Bau des zwischenliegenden Meeresgrundes zu ziehen.

Sorgfältig untersucht und durch genaue Karten übersichtlich dargestellt sind bis jetzt eigentlich nur die geognostischen Verhältnisse von Deutschland, England und Frankreich. Allgemeine Darstellungen, specielle Karten und Schilderungen kleiner Distrikte besitzen wir aber auch von Dänemark, Skandinavien, Schottland, Irland, Polen, der Schweiz

und Italien, so wie von Nordamerika und einigen westindischen Inseln. Unzusammenhängender ist die Kenntnifs von Spanien, Rufsland, der Türkei, Griechenland, Mexiko, Peru u. s. w., und nur einzelne Blicke sind uns bis jetzt auf den Bau der übrigen Ländermassen unseres Erdkörpers gestattet. So viel geht jedoch schon mit Sicherheit aus den bisherigen Beobachtungen hervor:

1) dafs der lockere Erdboden, der lose Sand, Kies oder Schutt, Lehm oder Thon, welche zuweilen auf grofse Strecken die nächsten Unterlagen des Fruchtbodens bilden, dafs alle diese in gewisser Tiefe überall auf festem Gestein, auf Felsmasse ruhen;

2) dafs diese hie und da hervortretende Felsmasse keineswegs überall von gleicher, sondern vielmehr von sehr verschiedener Beschaffenheit ist;

3) dafs jedoch die meisten Felsarten und ihre eigenthümlichen gegenseitigen Verbindungsweisen sich in allen Theilen der Erde ähnlich oder sogar gleichmäfsig entwickelt wiederholen, so dafs daraus zu folgern ist, ihre Natur stehe in keinerlei Wechselbeziehung zu den Zonen und Klimaten der Erde, wie die der Thier- und Pflanzenbevölkerungen. Dieser Satz wurde zuerst recht sicher durch die Forschungen Alexander von Humboldt's (Lagerung der Gebirgsarten in beiden Erdhälften, übersetzt durch v. Leonhard. Strafsburg 1823).

Die unbefangene, aber aufmerksame und gründliche Beobachtung einer recht grofsen Zahl von Entblöfsungen innerhalb eines ausgedehnten Gebietes bei möglichster Berücksichtigung der vorhandenen Erfahrungen ist jedenfalls das befste Ausbildungsmittel für jeden angehenden Geognosten. Er würde aber sehr viel nutzlos sehen oder übersehen, wenn er seine Beobachtungen anstellen wollte, ohne sich vorher oder gleichzeitig mit einer gewissen Masse von Kenntnissen auszurüsten, welche ihn auf einen Standpunkt versetzen, auf welchen die Wissenschaft nur sehr allmälig und mit grofsem Aufwand von Zeit und intellektueller Kraft gelangt ist. Beobachtung der Natur und

Studium der Schriften darüber müssen durchaus Hand in Hand gehen und sich gegenseitig zur Erläuterung dienen. Diese Bemerkung führt uns auf die Beachtung der

künstlichen Hülfsmittel zum Studium der Geognosie.

Diese bestehen aus den Erfahrungen, Anwendungen, Folgerungen und Zusammenstellungen, welche man bisher im Gebiete der Geognosie gemacht hat, und welche niedergelegt sind in Sammlungen der natürlichen Gebilde, Modellen, bildlichen Darstellungen und Schriften. Ueberhaupt also bestehen sie aus den Fortschritten der Wissenschaft in ihrem ganzen Umfange.

Sammlungen gewähren oft einen guten Ersatz der Entblöfsungen, denn jedes einzelne Handstück ist wirklich als eine, aus ihrem natürlichen Zusammenhange gerissene künstliche oder natürliche Entblöfsung anzusehen. Der natürliche Zusammenhang aber kann einigermafsen ersetzt werden durch zugehörige Handstücke benachbarter Felsarten, verbunden mit einer Belehrung über die Art und Weise ihres gegenseitigen Verhaltens. Jedenfalls sind Sammlungen die zweckmäfsigsten Hülfsmittel, um dem Anfänger während des Studiums im Zimmer einen richtigen Begriff von der Natur der Stein- oder Felsarten zu geben, und wer zu einiger Sicherheit in ihrer Bestimmung gelangen will, mufs durchaus sich selbst wenigstens eine kleine Sammlung anlegen, damit er die kennen zu lernenden Steine so oft, als er will, vor Augen habe.

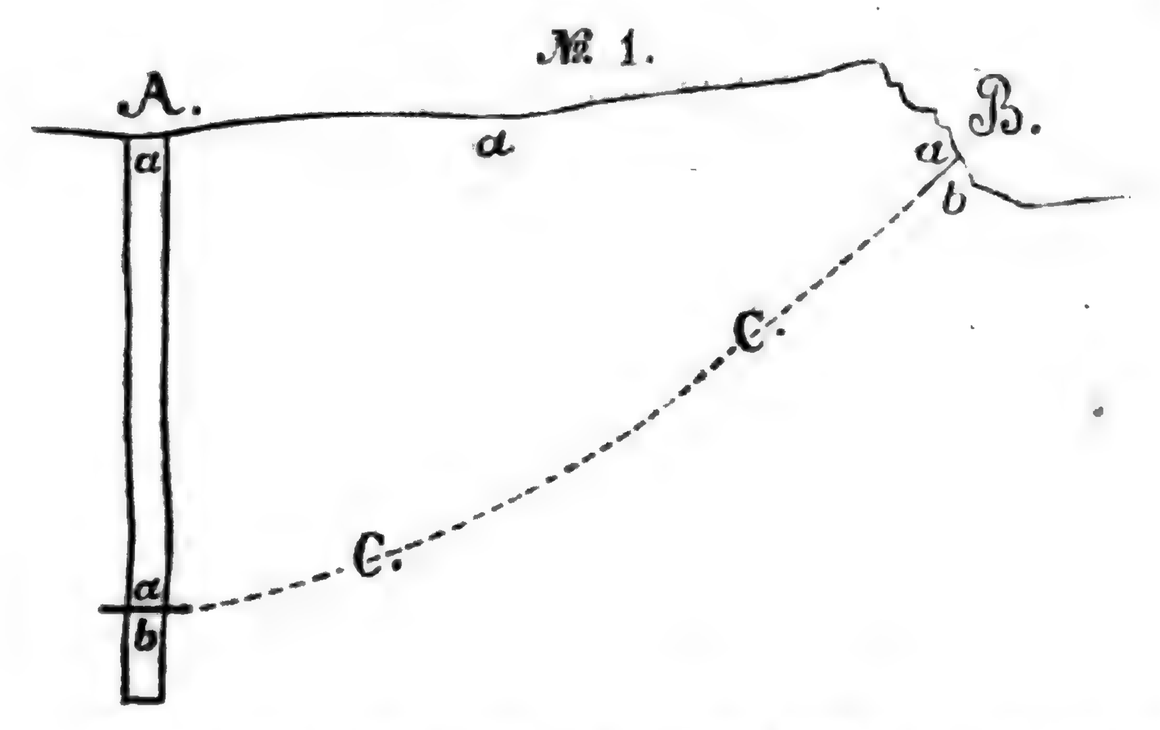
Modelle. Da die meisten Gegenstände der geognostischen Untersuchung körperlich sind, so gewähren Modelle weit leichter eine vollständige Idee von ihnen als Zeichnungen. Sie sind deshalb besonders für Anfänger von grofsem Nutzen. Wer einmal mit der Betrachtungsweise unserer Wissenschaft und einigen Gegenständen derselben vertraut ist, der wird sich dann leicht auch in blofse Zeichnungen finden, was dem Anfänger allerdings zuweilen schwer wird, zumal wenn er nicht durch mathematische

Studien geübt ist, sich die Lage der Ebenen im Raume zu denken.

Man hat Modelle von der Oberflächengestalt der ganzen Erde oder einzelner Gegenden, so wie auch solche von dem inneren Bau derselben.

Zeichnungen können stets nur ein paar Seiten (perspektivisch) oder einen Durchschnitt der Körper darstellen und müssen die weitere Ausführung der Imagination des Beschauers überlassen. Die perspektivischen Zeichnungen liefern den wirklich sichtbaren äufseren Anblick von Bergformen, Gesteinsverbreitungen, Versteinerungen u. dergl.; die Durchschnittszeichnungen hingegen sind nur zum Theil Copieen wirklich vorhandener Durchschnittsentblöfsungen, häufig sind es ideale Darstellungen von durch Schlufsfolgerung abgeleiteten Beziehungen. Im letzteren Falle wird ihre Richtigkeit sehr von der Individualität des Geognosten abhängig sein, der sie herstellte. Die Zahl und Haltbarkeit der einzelnen, auf wirklichen Beobachtungen beruhenden Bewegungsgründe entscheidet über den Werth der idealen Durchschnittszeichnungen. Im Allgemeinen hat man dabei nur die Art und Weise der Richtung und Verbindung der einzelnen Linien, nicht aber ihren speciellen Verlauf zu beachten, denn es würde nur ein Zufall sein, wenn dieser irgend einmal wirklich in seinen kleinsten Details naturtreu wäre. Diese Art der Zeichnung geht hervor aus der Verbindung zweier intellektueller Haupterfordernisse zum Studium der Geognosie, der Beobachtungs- und der Combinationsgabe, welche letztere dem menschlichen Schlufsvermögen entspricht.

Beobachtet man z. B. in einem Schachte A die Grenze zweier Gesteine a und b, und nicht weit davon an der Gebirgsoberfläche in einem Steinbruche B, eine ähnliche Grenze zwischen denselben Gesteinen a und b, welche nach dem Schachte zu gerichtet ist, so können diese beiden Beobachtungen unabhängig neben einander bestehen, sie können von Jemandem ohne alle Combinationsgabe äufserst sorgfältig angestellt und berichtet werden, ohne dafs sie ihn auf einen weiteren Gedanken über ihre Verbindung hinleiten.



Wer aber nur einige Combinationsgabe besitzt und anzuwenden weifs, wird in diesem Falle sogleich in Gedanken eine der punktirten Linie CC ähnliche Grenzlinie ziehen, welche die beiden Beobachtungen verbindet. Er wirkt dann schon mit einer höheren Geisteskraft als der erstere, obwohl der vorliegende einer der einfachsten unter den denkbaren Fällen ist. Schlüsse so einfacher Art hat man so lange als richtig anzusehen, bis das Gegentheil durch direkte Beobachtung nachgewiesen ist.

Blofse Beobachtungen ohne alle Combination befriedigen nur gewisse niedere Geistesvermögen; es ist nicht nur denkbar, sondern sogar höchst wahrscheinlich, dafs auffallende Gesteinsgrenzen auch von Thieren wahrgenommen werden, die Combination derselben ist aber eine Auszeichnung des Menschen.

Wenn man ideale Durchschnittszeichnungen von ganzen Bergen oder Gebirgen liefert, so wählt man gewöhnlich einen gröfseren Mafsstab für die Höhen als für die Horizontalausdehnung, weil bei völlig naturtreuem Höhenverhältnifs die Berge stets flacher und niedriger erscheinen würden als bei ihrem Anblicke in der Wirklichkeit. Es beruht diese Thatsache auf einer Täuschung des Auges. Man versuche nur, die Umrisse irgend eines Berges oder Thales aufzuzeichnen; bei flüchtiger Entwerfung werden sie stets zu steil ausfallen, und bei sorgfältiger Copie spä-

ter stets zu flach erscheinen. Die Vergröfserung des Höhenmafsstabes ist jedoch von vielen Geognosten sehr übertrieben worden, zuweilen um recht grofse Längenausdehnungen auf kleinen Raum zusammendrängen zu können. Dabei hat man dann auch häufig ganz unterlassen, den eigenthümlichen Charakter der Bergformen gehörig auszudrücken.

Die Zeichnungen in Lehrbüchern (z. B. in diesem) sind oft durchaus ideal, d. h., sie gründen sich gar nicht auf die Beobachtung besonderer Fälle, sondern sie bilden Repräsentanten der Summe sehr vieler einzelner Fälle. Diese Art und Weise ist zur Belehrung gewöhnlich die beſste, weil alle Schwierigkeiten und Undeutlichkeiten örtlichen Verhaltens dadurch vermieden werden und die Anwendung des Allgemeinen dann auch leichter auf alle Besonderheiten ausgedehnt werden kann. Wenn nun hier solche Zeichnungen vorliegen, so vergesse man nie, daſs sie Durchschnitte von Körpern repräsentiren, und daſs folglich z. B. der Raum zwischen zwei parallelen Grenzlinien gewöhnlich als die Durchschnittsfläche eines plattenförmigen Körpers anzusehen ist.

Geognostische Karten haben den Zweck, die geographische Verbreitung der Felsarten bildlich darzustellen. Da aber die Grenzen der Gesteine nur an einzelnen Punkten wirklich beobachtet werden können, so ist ihre graphische Darstellung auf Karten stets etwas ideal, jedoch um so richtiger, auf je mehr gute Beobachtungen sie sich stützt. Die Genauigkeit der Darstellung aller einzelner Felsarten hängt natürlich sehr von dem Maſsstabe der Karten ab. Ist dieser sehr klein, so müssen oft mehrere Gesteine als Glieder einer Gruppe durch einerlei Farbe bezeichnet werden.

Bei geognostischen Karten hat man stets die Unebenheiten der Erdoberfläche zu berücksichtigen, welche auf die Gestalt der Grenzlinien der einzelnen Gesteine einen wesentlichen Einfluſs haben. Aus der Form und Lage der Grenzlinien kann man deshalb unter Berücksichtigung der Oberflächengestalt häufig auf die Art und Weise der Neben- oder Uebereinanderlagerung zweier Gesteine schlieſsen.

Leider hat man sich bis jetzt noch nicht allgemein über die Wahl der Farben für die einzelnen Gesteine verständigt, und so gehört denn fast zu jeder geognostischen Karte eine besondere Farbentafel. Es ist sehr zu wünschen, dafs die vollständige Farbentafel der in Freiberg erscheinenden grofsen geognostischen Karte von Sachsen allgemein anerkannt und angenommen werde.

Schriften. Ihr Vorrath ist grofs; bei den einzelnen Abschnitten dieses Buches sollen überall einige angeführt werden, deren Studium für Anfänger besonders geeignet erscheint. Hier folgt nur ein Verzeichnifs der wichtigsten deutsch erschienenen Lehr- und Handbücher. Wer einmal etwas in die Wissenschaft eingedrungen ist, wird dann den Weg durch das Labyrinth ihrer Literatur schon selbst finden, über dessen allmäligen Aufbau der historische Theil des geologischen Abschnittes einen kurzen Ueberblick geben wird.

D'Aubuisson de Voisin — Geognosie oder Darstellung der jetzigen Kenntnifs über die physische und mineralische Beschaffenheit der Erdkugel; deutsch bearbeitet durch Wiemann. Dresden 1821 — diefs ist das erste, von einem Schüler Werner's bearbeitete Lehrbuch der Geognosie. Es blieb lange Zeit auch das befste, kann aber jetzt natürlich nicht mehr dem Stande der Wissenschaft entsprechen.

v. Leonhard — Lehrbuch der Geologie und Geognosie, Stuttgart 1833 — bildet einen Theil der überhaupt sehr empfehlenswerthen Naturgeschichte der drei Reiche.

v. Leonhard — Agenda geognostica, Heidelberg 1838 — ein Hülfsbuch für reisende Gebirgsforscher — Beschreibungen und Abbildungen der geognostischen Instrumente und überhaupt Anleitungen zu geognostischen Untersuchungen enthaltend.

De la Beche — Handbuch der Geognosie, nach dem englischen Original bearbeitet von H. v. Dechen, Berlin 1832 — besonders wichtig durch sorgfältige Berücksichtigung der Versteinerungen, von welchen es ausführliche Verzeichnisse enthält. Das Buch ist deshalb mehr für eigentliche Geognosten als für solche, die Geognosie nur beiläufig treiben.

Carl Lyell — Lehrbuch der Geologie — ein Versuch, die früheren Veränderungen der Erdoberfläche durch noch jetzt wirk-

same Ursachen zu erklären. Aus dem Englischen übersetzt von Dr. Hartmann. Leipzig 1833 u. f. Z. Es zeichnet sich aus durch eine reiche Sammlung interessanter Thatsachen, besonders über fortdauernde Veränderungen der Erdoberfläche.

A. Walchner — Handbuch der gesammten Mineralogie in technischer Beziehung. Zweiter Band, Geognosie. Carlsruhe, 1832.

A. Kühn — Handbuch der Geognosie. Freiberg, 1833. — noch nicht vollendet.

Keferstein — Naturgeschichte des Erdkörpers. 2 Thle. Leipzig 1834 — enthält von den gewöhnlichen ganz abweichende Ansichten.

v. Leonhard — Geologie oder Naturgeschichte der Erde, auf allgemein faßliche Weise abgehandelt. Stuttgart — noch nicht vollendet.

Mit dem Stande der Wissenschaft und ihren neuen Productionen wird man fortdauernd bekannt erhalten durch v. Leonhard's und Bronn's Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde, jährl. 6 Hefte.

II.

Elemente der Geognosie.

Gesteinslehre.
Formenlehre.
Lagerungslehre.
Versteinerungslehre.

A.

Gesteinslehre.

Art der Zusammensetzung der Gesteine.

(Gesteine sind Massen eines oder Verbindungen mehrerer Mineralien.)

Die Erde im engeren Sinne besteht, so weit wir sie kennen, wesentlich aus Mineralien, welche theils zu lockeren Anhäufungen, theils zu festen Massen vereinigt sind. Mineralien aber sind: aus gleichartigen Theilen bestehende natürliche, unorganische feste Körper. Eine solche Definition kann jedoch nur dem deutlich sein, der die Sache schon einigermaſsen kennt, sowie überhaupt keine Definition natürlicher Gegenstände ohne alle Anschauung einen deutlichen Begriff zu geben vermag. Ich füge deshalb hinzu: Steinsalz, Diamant, gediegenes Silber, natürlicher Schwefel sind Mineralien. Werden aber diese Dinge durch Menschenhände auf irgend eine Weise umgearbeitet, aufgelöst, geschliffen, geschmolzen u. s. w., dann sind sie nicht mehr im vollen Sinne Mineralien.

Quarz, Glimmer und Feldspath sind ebenfalls Mineralien, Granit dagegen, welcher aus einem Gemenge derselben besteht, ist kein Mineral, sondern ein Gestein, eine Felsart, Gebirgsart. Es giebt auch Gesteine, welche nicht

aus verschiedenen, sondern nur aus grofsen Anhäufungen von einerlei Mineral bestehen, z. B. Marmor aus Kalkspath, Alabaster aus Gyps. Ueberhaupt aber nennt man jede Mineralmasse, welche einen wesentlichen Theil der festen Erdkruste bildet, ein Gestein. Es besteht demnach die uns bekannte feste Erdkruste überall aus Gesteinen.

Nach dieser Unterscheidung kann die gesammte Mineralogie oder Minerallehre in zwei Hauptabtheilungen zerfällt werden, von denen die eine sich mit den Mineralien, die andere mit den natürlichen Verbindungen und grofsartigen Anhäufungen derselben, den Gesteinen, beschäftigt. Die erstere Abtheilung bildet eine sehr umfangreiche selbstständige Wissenschaft, die Oryktognosie oder Mineralogie im engeren Sinne, die zweite heifst Petrographie (Steinbeschreibung), Gesteinslehre, und ist als ein Zweig der Geognosie anzusehen.

Die Zusammensetzung der Gesteine aus Mineralien findet demnach auf zweierlei Weise statt. Theils sind lauter kleine Theile (z. B. Körner, Blättchen, Fasern) eines und desselben Minerals zu Gesteinen verbunden, welche beträchtliche körperliche Räume einnehmen, theils sind kleine Theile von zwei, drei oder vier verschiedenen Mineralien so mit einander gemengt, dafs dieselben in allen Theilen der Gesteinsmasse in ziemlich gleichem Verhältnifs zu einander stehen. Diese gemengten Gesteine erfüllen ebenfalls sehr grofse Räume und wiederholen sich gleich den einfachen in allen Theilen der Erde auf gleiche Weise.

Diese dem Anfänger etwas schwierige und doch höchst wichtige Auseinandersetzung dürfte durch eine Vergleichung aus dem Pflanzenreiche deutlicher werden.

Mineralspecien entsprechen den Pflanzenspecien. Findet man nun z. B. in einem Walde nur eine Holzart, z. B. Fichten, so gleicht dieser Wald ungefähr einem Gesteine, welches nur aus einerlei Mineral besteht, z. B. Kalkstein. Sind jedoch in dem Walde zwei oder drei Holzarten ziemlich gleichmäfsig mit einander gemengt, so ist diefs ein ähnlicher Fall, als wenn in einer Gebirgsart mehrere Mineralspecien

mit einander gemengt sind, z. B. im Granit Quarz, Glimmer und Feldspath. Der Botaniker betrachtet dort die einzelnen Eichen, Buchen und Birken für sich, der Forstmann mehr ihr gegenseitiges Verhalten, ihre Vereinigung zum Laubholzwald. Der Oryktognost untersucht Quarz, Glimmer und Feldspath einzeln, der Geognost ihr Gemenge als Granit, ohne jedoch dabei die eigenthümliche Natur der Mineralien ganz aufser Acht zu lassen. Bei diesem Vergleiche mufs jedoch erwähnt werden, dafs er in so fern nicht ganz pafst, als die Gemenge der Gebirgsarten weit constanter sind als die der Wälder, welche letztere so ziemlich von Zufall und Willkühr abhängen. Deshalb ist es möglich gewesen, den meisten verschieden gemengten Gebirgsarten bestimmte Namen zu geben, die von denen der Gemengtheile fast ganz unabhängig sind.

Doch auch in den regelmäfsigen Mineralgemengen finden sich oft gewisse zufällige Bestandtheile ein, und diese sind dann etwa so anzusehen, als wenn in einem wesentlich aus Fichten und Kiefern bestehenden Walde einzelne Birken eingemischt sind, das Ganze bleibt doch immer ein Nadelholzwald. So auch der Granit, wenn er einzelne Granaten enthält, oder wenn ihm stellenweise einer seiner Hauptbestandtheile ganz fehlt, er bleibt doch Granit.

Wer einfache und gemengte Gebirgsarten wissenschaftlich erkennen lernen will, mufs vorher die Mineralien kennen lernen, woraus sie bestehen. Dazu sind oryktognostische Kenntnisse nöthig. Zum Glück ist es aber nur ein kleiner Theil aller bis jetzt bekannten Mineralspecien, welcher an der Zusammensetzung der Felsarten und somit der Erde einen wesentlichen Antheil nimmt. Viele andere sind in dieser Beziehung unwichtig und ihre Bestimmung kann den Oryktognosten vom Fach überlassen werden. Für den Landwirth oder Forstmann, welcher die Geognosie für seinen Zweck studiren will, dürfte es ausreichend sein, wenn er sich mit den hier unten verzeichneten Mineralien gehörig vertraut macht, was allerdings nicht ohne Anschauung geschehen kann, da alle Beschreibung der Eigenschaften nur dann erst deutlich wird, wenn man durch Anschauung

wenigstens einiger Beispiele einen Begriff davon bekommen hat, was eigentlich unter den mineralogischen Eigenschaften zu verstehen ist. Selbst zu sammeln ist fast unumgänglich nöthig, wenn man Mineralien kennen lernen will, wenigstens mufs man sich einige sicher bestimmte Arten zu verschaffen suchen, um an ihnen die Kennzeichenlehre studiren zu können.

Als leicht verständliche und kurze Lehrbücher der Oryktognosie empfehlen sich für unseren Zweck besonders:

C. Naumann — Lehrbuch der Mineralogie, Berlin 1828.
R. Blum — Lehrbuch der Oryktognosie, Stuttgart 1832.
v. Leonhard — Grundzüge der Oryktognosie, Heidelberg 1833.

Mit Hülfe eines dieser Lehrbücher, einigen sicher bestimmten Mineralien und wo möglich einem unterrichteten Freunde zur Seite bemühe man sich, nachstehende Mineralien in allen ihren verschiedenen Zuständen kennen zu lernen.

Aus der Klasse der Salze.

Natron.
Glaubersalz.
Alaun.
Bittersalz.
Eisenvitriol.
Kupfervitriol.
Steinsalz.

Aus der Klasse der Steine.

Gyps.
Anhydrit (Muriazit).
Schwefelspath (Baryt).
Cölestin.
Flufsspath.
Arragon.
Kalkspath.
- Krystallisirter und krystallinischer Kalkspath.
- Körniger Kalkstein,
- Dichter Kalkstein.
- Faseriger (Kalksinter).
- Schaliger (Schieferspath).

Braunspath (Bitterkalk, Rautenspath, Dolomit).
Talkspath (Magnesitspath, Bitterkalk z. Thl.).
Manganspath.
Eisenspath (Spatheisenstein, Sphärosiderit).
Zinkspath (Galmei z. Th.).
Eisenblau (Vivianit, blaue Eisenerde).
Kupferlasur.
Malachit.
Apophyllit (Ichthyopthalm und Albin).
Stilbit (Blätterzeolith).
Desmin (Strahlzeolith).
Mesotyp (Nadelzeolith, Nadrolith).
Harmotom (Kreuzstein).
Chabasit.
Analzim.
Perlstein.
Pechstein.
Opal.
- Halbopal.
- Menilith.
- Hyalith.

Obsidian.
- Bimstein.

Leucit.
Nephelin.
Felsit (Feldspath).
- Tetartin (Albit).
- Orthoklas (Adular, gemeiner Feldspath, glasiger Feldspath z. Th.)
- Ryakolith (glasiger Feldspath z. Th.)
- Periklin.
- Labrador.
- Oligoklas.

Chiastolith (Hohlspath).
Andalusit.
Kyanit (Disthen).
Dichroit (Jolith und Peliom).
Topas (Physalith, Pyknit).
Zirkon (Hyacinth).
Korund (Saphir, Demantspath, Schmirgel).

Quarz (Kiesel).
- Bergkrystall.
- Amethyst.
- Gemeiner Quarz.
- Milchquarz.
- Rosenquarz.
- Prasem.
- Chalcedon.
- Chrysopras.
- Hornstein.
- Feuerstein.
- Eisenkiesel.
- Jaspis.
- Kieselschiefer.
- Achat.

Olivin (Chrysolith).
Turmalin (Schörl).
Idokras (Vesuvian, Egeran).
Granat (Pyrop, Melanit, Kolophonit, Allochroit, Kaneelstein).
Staurolith.
Titanit (Sphen, Braun- und Gelb-Menakerz).
Pyroxen.
- Augit.
- Kokkolith.
- Malakolith.
- Diopsid.

Amphibol.
- Hornblende.
- Tremolit (Grammatit)
- Strahlstein.

Epidot (Pistazit und Zoisit).
Hypersthen (Paulit, Schillerspath z. Th.).
Diallag (Omphazit, Smaragdit, Diaklas).
Bronzit (blätteriger Anthophyllit).
Glimmer.
- Einaxiger Glimmer (Aster-Glimmer).
- Zweiaxiger Glimmer (Fels-Glimmer).
  - Lepidolith.
  - Lithionglimmer.

Talk (Talkglimmer z. Th.)
Chlorit (Talkglimmer z. Th.).

Schillerspath (talkartiger Diallag).
Serpentin (Ophit).

Aus der Klasse der Erze.

Mangankiesel (Rothstein).
Braunstein.
    Glanzmanganerz (grauer Braunstein).
    Schwarzmanganerz (schwarzer Braunstein).
    Hartmanganerz (Schwarzeisenstein).
    Wad (erdiger Braunstein).
Eisenerz (Eisenoxyd).
    Brauneisenerz (Eisenoxydhydrat, Eisenocker).
    Rotheisenerz (Eisenoxyd, Glanzeisenerz, Eisenglimmer, Blutstein)
    Magneteisenerz (Magneteisen, oktaëdrisches Eisenerz).
    Chromeisenerz (Eisenchrom).
    Titaneisen.
    Titaneisensand (magnetischer Eisensand).
Rutil (peritomes Titanerz).
Zinnerz (Zinnstein, Zinngraupen).
Gediegen Silber.
Gediegen Platin.
Gediegen Gold.
Gediegen Kupfer.
Arsenkies.
Eisenkies (Schwefelkies).
    Hexaëdrischer Eisenkies.
    Rhombischer Eisenkies (Wasserkies, Strahl-, Leber-, Speer-, Kammkies.
    Hexagonaler Eisenkies (Magnetkies).
Kupferkies.
    Oktaëdrischer (Buntkupfererz).
    Tetragonaler (Kupferkies).
Bleiglanz.
Molybdänglanz (Wasserblei).
Zinkblende (Blende.)

Aus der Klasse der Brenze.

Schwefel (natürlicher Schwefel).

Kohlen.

Graphit (Reifsblei).
Anthracit (Glanzkohle, Kohlenblende).
Steinkohle (Schwarzkohle).
Braunkohle (Lignit).

Asphalt (Erdpech Bitumen).
Bernstein (Succinit).
Honigstein (Mellit).

Unter diesen sind die zwölf mit gesperrter Schrift gedruckten die allerwichtigsten, sie sind es, welche der Hauptsache nach die feste Erdkruste zusammensetzen, die übrigen erscheinen zwischen ihnen nur untergeordnet.

Textur der Gesteine.

(Die Textur der Gesteine ist gewöhnlich eine Folge der Gestalt und Verbindungsweise ihrer Gemengtheile.)

Alle Felsarten sind, wie wir gesehen haben, theils einfache, theils gemengte, die ersteren bestehen durch ihre ganze Masse aus einerlei Mineral, z. B. Kalkstein, und enthalten höchstens vereinzelte Körner oder Krystalle eines oder mehrerer anderer Mineralien als zufällige Gemengtheile. Die einfachen Gebirgsarten sind aber keineswegs unzusammengesetzt, sie bestehen nämlich aus lauter Individuen oder Theilchen desselben Minerals. Sind diese Theilchen dem Auge deutlich unterscheidbar, so nennt man das Gestein körnig, wenn sie rundlich, spätig, wenn sie im Inneren sehr krystallinisch und ziemlich grofs sind, blätterig, wenn die zusammensetzenden Mineraltheile lauter kleine Blättchen sind, faserig, wenn dieselben aus Fasern bestehen. Sind hingegen die Theilchen zu klein, um sie erkennen zu können, so heifsen die Gesteine dicht, oder, wenn die Verbindung nur locker ist, erdig. Alle diese Verbindungsverhältnisse der Bestandtheile können vereint sein mit schieferiger Textur.

Eine sehr besondere Textur einiger einfachen Gesteine ist die concentrisch schalige, erbsen- oder rogen-

steinartige. Die Steinmasse besteht aus hierse- bis zu erbsengrofsen Kügelchen, welche im Durchbruch mehr oder weniger deutlich wahrnehmen lassen, dafs sie aus lauter feinen concentrischen Schalen zusammengesetzt sind. Den Mittelpunkt dieser Kügelchen bildet oft ein kleines fremdartiges Körnchen.

Die gemengten Gebirgsarten bestehen aus ziemlich gesetzmäfsigen Verbindungen mehrerer Mineralien. Die Art ihrer Verbindung kann sein: krystallinisch, durch Verwachsung von Krystallindividuen ohne einen fremdartigen bindenden Kitt, oder mechanisch durch ein sogenanntes Bindemittel, welches mehr oder weniger abgerundete Bruchstücke von Mineralien oder Gesteinen zusammenhält. Die Theile können aber auch endlich lose über einander liegen, ohne fest verbunden zu sein. Alle diese Verbindungen verschiedenartiger Mineralien können sein: deutlich oder undeutlich, je nachdem wir die einzelnen Bestandtheile mit unbewaffnetem Auge zu erkennen vermögen oder nicht, die letzteren werden oft scheinbar gleichartig genannt. Sie können ferner sein: körnig oder dicht (oben erläutert), schieferig, flaserig, porphyrartig, mandelsteinartig, schlackig.

Schieferig nennt man dieselben, wenn sie nach einer Richtung besonders leicht spalten, was gewöhnlich durch die parallele Lage eines der Gemengtheile oder aller veranlafst wird. Flaserig ist eine Modifikation des Schieferigen, bei welcher die Spaltflächen sehr uneben, wellig oder wulstig sind. Porphyrartig wird allgemein diejenige Textur genannt, bei welcher eine homogene (wirklich oder scheinbar gleichartige) Hauptmasse einzelne Krystalle irgend eines Minerals enthält, man dehnt jedoch den Begriff auch noch weiter aus und nennt selbst deutlich gemengte Gebirgsarten porphyrartig, wenn sie besonders auffallende deutlich ausgebildete Krystalle irgend eines Minerals enthalten, z. B. Granit mit grofsen Feldspathkrystallen. Mandelsteinartig sind die Gesteine, wenn sie einzelne ganz oder theilweise ausgefüllte Blasenräume — sogenannte Man-

deln — enthalten, schlackig hingegen, wenn die Blasenräume sehr häufig und leer sind.

Noch mufs endlich der Drusenräume gedacht werden, welche sowohl den einfachen als den gemengten Gesteinen zuweilen eigen sind. Man versteht darunter unregelmäfsige Räume, deren Wände mit krystallinischen Bildungen besetzt sind.

Nach diesen Texturverhältnissen lassen sich nun alle Gesteine auf folgende Weise classificiren.

I. Einfache Gesteine

a) deren Theile deutlich erkennbar sind,
- α) körnige (auch krystallinisch schieferige),
- β) späthige,
- γ) blätterige,
- δ) faserige;

b) deren individuelle Theile mit unbewaffnetem Auge nicht unterschieden werden,
- α) dichte,
  - 1) mit glattem Bruch,
  - 2) mit erdigem Bruch;
- β) erdige (leicht zerreibliche),
  - x) concentrisch schalige (rogensteinartige).

II. Gemengte Gesteine.

a) Krystallinische,
- α) deutlich gemengte,
  - 1) körnige,
  - 2) schieferige und flaserige,
  - 3) porphyrartige,
  - 4) mandelsteinartige;
- β) undeutlich gemengte,
  - 1) dichte,
  - 2) schieferige,
  - 3) mandelsteinartige.

b) Mechanische,
- α) deutlich gemengte (Trümmergesteine),
  - 1) feste,
  - 2) lose;
- β) undeutlich gemengte,
  - 1) feste, dichte,
  - 2) schieferige,
  - 3) erdige (leicht zerreibliche).

Diese Anordnung ist jedoch eine ganz künstliche, d. h. wenn man die einzelnen Gesteine wirklich danach zusammenstellt, so werden ihre natürlichen Verwandtschaften oft zerrissen, einige Gesteine, die vollständig in einander übergehen, kommen in der Reihenfolge weit aus einander zu stehen, während andere, die sich gar nicht ähneln, unmittelbar neben einander ihren Platz finden. Wir ziehen es deshalb vor, diejenigen Gesteine, deren Charakterisirung hier nöthig erscheint, nach ihren natürlichen Verwandtschaftsgraden aufeinander folgen zu lassen.

Andere Charaktere der Gesteine.

(Korn, Festigkeit, Verwitterung, Farbe.)

Alle Charaktere der Gesteine sind weit schwankender als die der Mineralien, da Gesteine nicht wie die letzteren bestimmte abgeschlossene Arten bilden, sondern zum Theil wirklich in einander übergehen. Ihre Bestimmung mufs vorzugsweise oryktognostisch durch Ermittelung der zusammensetzenden Theile erfolgen.

Die Gröfse der einzelnen Gemengtheile oder Körner ist sehr unbestimmt und kann von der eines Menschenkopfes bis zur Unsichtbarkeit herabsinken. Die Festigkeit hängt oft nur von dem Verbindungsgrade der einzelnen Theilchen ab und kann deshalb bei den Gesteinen vielmehr schwanken als bei den Mineralien. Oft stört der »zersetzte, verwitterte« (etwas aufgelöste) Zustand bei Bestimmung der Gesteine aufserordentlich. Den Gegensatz von »verwittert« nennt man »frisch.«

Die Färbung der Gesteine ist mehr zufällig als wesentlich, nur bei wenigen constant, gewöhnlich von in unbestimmter Weise beigemengten Metalloxyden herrührend. Die eigentliche Substanz der meisten, das feine Pulver derselben, ist ungefärbt (weifs oder graulichweifs). Wo es eine bestimmte Farbe hat, da wird diefs in der Charakteristik besonders erwähnt. Die herrschendste Färbung ist stets voraus gestellt, nur die Hauptfarben sind genannt; dafs alle Zwischentöne vorkommen können, versteht sich von selbst.

In der nachfolgenden Charakteristik werden nur die auffallendsten Merkmale und die häufigsten zufälligen Gemengtheile der wichtigsten Gesteine erwähnt. Manche der feineren Unterscheidungen überlasse ich dem Studium ausführlicherer Werke, oder der Natur selbst.

Charakteristik der Gesteine.

Einige der systematischen Hauptabtheilungen von S. 36 können ohne wesentliche Störung der Verwandtschaftsgrade beibehalten werden. Die einfachen Gesteine folgen in der Reihenfolge eines Mineralsystemes.

Die unwichtigeren Gesteine sind mit kleinerer Schrift gedruckt, damit die durch Verbreitung oder Benutzung wichtigeren um so übersichtlicher hervortreten.

Einfache Gesteine.

(Mineralien als Gesteine.)

1) Steinsalz — salzsaures Natron. Kochsalz als Gestein.
   Körnig, späthig (spaltet würfelförmig), blätterig, auch faserig.
   Weifs, grau, blaulich, roth u. s. w.
   In Wasser leicht auflöslich.
   Zuweilen mit Thon gemengt = Salzthon.
   Das sogenannte Knistersalz von Wiliczka zerspringt im Wasser und stöfst mit Geräusch Blasen von Hydrogengas aus.

2) Gyps — schwefelsauere Kalkerde.
   Körnig, späthig, blätterig, faserig, auch dicht und erdig.
   Weifs, grau, gelb, roth, gräulich. Geflammt und geadert.
   Weich, mit dem Nagel ritzbar.
   a) Alabaster. Körnig, meist weifs, etwas durchscheinend. Darin als zufällige Gemengtheile: Glimmerblättchen, Borazit- oder Quarzkrystalle, auch Eisenkies.
   b) Fraueneis. Späthig, wasserhell.
   c) Schaumgyps. Blätterig, weifs.

d) Fasergyps. Faserig, weifs, bunt.

e) Dichter Gyps. Grau, farbig.

Zuweilen Gypskrystalle enthaltend.

Mit Thon gemengt = Thongyps.

Mit Mergel = Mergelgyps.

Hierher gehört auch der

Anhydrit oder wasserfreie Gyps, welcher nur selten als Gestein auftritt.

3) Kalkstein — kohlensaure Kalkerde. Kalkspath als Gestein.

Textur mannichfach.

Vielfarbig.

Härter als Gyps, weicher als Quarz.

Schon mit verdünnter Salzsäure stark aufbrausend.

a) Körniger Kalkstein (weifser Marmor), Körnig, weifs, grau, gelb. Darin als zufällige Gemengtheile: Glimmer, Talk, Amphibol, Pyroxen, Quarz, Speckstein, Granat, Idokras, Spinell, Epidot, Flufsspath, Graphit, Magneteisen, Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz, Blende.

b) Dichter Kalkstein. Gemeinste Varietät, nach der Lagerung unterscheidet man: Bergkalk, Zechstein, Muschelkalk, Jurakalk, Plänerkalk, Grobkalk, Travertino u. s. w., diese Formationsverschiedenheiten können jedoch erst im System der Geognosie weiter berücksichtiget werden, da sie sich mehr auf Lagerung und organische Stoffe, als auf die Gesteinsnatur beziehen. Untervarietäten des Gesteins sind:

α) Gemeiner dichter Kalkstein. Vielfarbig.

β) Stinkstein. Durch etwas Bitumengehalt beim Reiben oder Schlagen stinkender Kalkstein. Dunkelfarbig. Ist derselbe zerreiblich, so wird er Asche genannt.

γ) Mergelkalkstein. Dichter Kalkstein mit etwas Thon gemengt. Siehe Mergel.

δ) Kieselkalkstein. Dichter Kalkstein, mit etwas Kieselerde.

c) Kreide. Erdiger Kalkstein. Weifs, grau, abfärbend.

d) **Kalktuff** (Travertino z. Th.). Poröser Kalkstein. Weifs, grau, gelb, braun.

e) **Rogenstein** (Oolith) und **Erbsenstein** (Pisolith), concentrisch schaliger, körniger Kalkstein. Weifs, gelb, grau, braun.

f) **Späthiger Kalkstein** (Tropfstein in Kalkhöhlen, Kalkspath in Erzgängen und Mandeln der Mandelsteine.)

g) **Faseriger Kalkstein** (Kalksinter). Weifs, vielfarbig. Zum Theil eigentlich Aragon.

4) **Dolomit** — kohlensauere Kalkerde mit kohlensauerer Talkerde. Braunspath (Bitterspath) als Gestein.

Fast immer körnig, selten dicht. Die einzelnen krystallinischen Körnchen schliefsen oft nicht ganz vollständig aneinander, und das Gestein ist dadurch etwas zuckerartig, porös, rauh und sandig anzufühlen; daher die Namen Rauhstein, Rauhkalk, Rauhwacke. Zuweilen ist die Verbindung der Körner überhaupt nur locker, und sie fallen leicht zu Sand auseinander. Auch drusige Räume, mit Braunspathkrystallen ausgekleidet, sind dem Gesteine häufig eigen.

Weifs, grau, gelb, röthlich und bräunlich.

Dem körnigen Kalksteine ähnlich, jedoch rauher, schwerer und nicht so leicht mit verdünnten Säuren aufbrausend. Kann bei flüchtiger Betrachtung zuweilen auch mit Sandstein verwechselt werden.

5) **Spatheisenstein** — kohlensaueres Eisenoxydul. Eisenspath als Gestein.

Späthig, körnig, dicht.

Gelb, braun, grau, weifs.

Schwerer als Kalkspath.

a) **Späthiger Spatheisenstein.**

b) **Dichter Spatheisenstein** (Sphärosiderit) mit Thon gemengt = **Thoneisenstein.**

6) **Pechstein** — Kieselerde und Thonerde mit etwas Natron und einer bituminösen Substanz.

Dicht, glasartig, Bruch muschelig oder splitterig, fettglänzend, spröde.

Braun, roth, schwarz, grün, gelb, grau, gefleckt und geflammt. Von pechartigem Ansehen.

Mit Quarz- und Feldspathkrystallen = Pechsteinporphyr. Siehe diesen.

7) **Obsidian** — Kieselerde und Thonerde mit Kali und Natron.

Dicht, glasartig, muschelig, spröde.

Zuweilen etwas blasig.

Schwarz, grau, grün, gelb, roth, blau.

Meist durchscheinend bis durchsichtig.

Als zufällige Gemengtheile zuweilen glasige Feldspathkrystalle.

Bimsstein ist sehr poröser, schaumartiger Obsidian. Beide Gesteine sind wahrscheinlich umgeschmolzener Felsit.

8) **Perlstein.** Kieselerde mit Thonerde und etwas Kali und Kalkerde.

Körnig, die Körner zuweilen concentrisch schalig, perlenartig. Sehr zersprungen, auch porös.

Grau, gelblich, röthlich, bräunlich. Perlmutterglänzend.

Als zufällige Gemengtheile: Obsidian, Feldspath, Granat.

Bildet Uebergänge in Pechstein, Obsidian und Bimsstein.

9) **Felsit** — Kieselerde und Thonerde mit Kali oder Natron. Feldspath als Gestein, die einzelnen Feldspatharten können im dichten Gesteine selten bestimmt unterschieden werden.

Körnig, späthig, dicht, erdig, auch schieferig.

Gelb, röthlich, weifs, grau.

Gewöhnlich sehr fest.

Besondere Varietäten sind:

a) **Felsitschiefer** (Weifsstein z. Th.). Durch Beimengung von Quarz übergehend in Granulit.

b) **Felsitfels.** Dicht und fest oder späthig. Hellfarbig, zuweilen durch Hornblende dunkel gefärbt. Durch Quarz- oder Feldspathkrystalle übergehend in Porphyr, durch Verwitterung in

c) **Thonstein.** Dicht im Bruch erdig.

d) **Porzellanerde** (Kaolin), ist höchst verwitterter und dadurch des Kali- oder Natrongehaltes beraubter Felsit.

e) **Jaspis** z. Th. Ein Theil des sogenannten Jaspis, z. B. der Bandjaspis von Gnanntstein ist wahrsheinlich ein dichtes Felsitgestein.

10) Quarz — Kieselerde, rein oder mit etwas Thonerde und färbenden Metalloxyden.

Körnig, dicht, erdig.

Weifs, grau, roth, braun, violett, grün und blaulich.

Härter als Glas, dasselbe ritzend.

a) Quarzfels. Etwas krystallinisch, meist weifs, glasglänzend. Zufällige Gemengtheile: Glimmer, Turmalin. Zuweilen schieferig: Quarzschiefer, oder porös: poröses Quarzgestein, selten porphyrartig durch Feldspathkrystalle.

b) Amethyst. Krystallinisch, meist violett, glasglänzend.

c) Kieselschiefer (lydischer Stein, Lydit). Dicht, schieferig, rechteckig zerklüftet, durch Kohlenstoff grau oder schwarz. Selten porphyrartig durch Feldspathkrystalle.

d) Chalcedon. Dicht, gallertartig aussehend, durchscheinend, matt.

e) Hornstein. Dicht, undurchsichtig, verschiedenartig gefärbt.

f) Feuerstein. Dicht, muschelig, gelb, braun, grau bis schwarz.

g) Eisenkiesel. Krystallinisch oder dicht, durch Eisenoxyd roth oder braun.

h) Jaspis z. Th. Im Bruch mehr glasartig als der aus Felsit bestehende. Dicht, oft bunt gefärbt.

i) Achat. So nennt man Gemenge von Amethyst, Chalcedon, Hornstein und Jaspis. Sie werden nach den verschiedenen Configurationen dieser Gemengtheile als: Wolken- Festungs-, Trümmer-, Band-, Korallen-, Punktachat u. s. w. unterschieden.

k) Kieselsinter und Kieseltuff werden die zum Theil porösen Incrustationen der kieselhaltigen Quellen (z. B. des Geisers auf Island) genannt.

l) Trippel, Polirschiefer und Kieselguhr, bestehen fast ganz aus staubartigen Kieseltheilchen, welche lauter Infusorienschalen sind.

11) Augitfels — Kieselerde mit Talkerde und Kalkerde. Pyroxen als Gestein.

Körnig, selten dicht.

Dunkelgrün bis schwarz, braun, grau.

Als zufälligen Gemengtheil besonders Turmalin enthaltend.

12) **Hornblendegestein** — Kieselerde mit Talkerde. Amphibol als Gestein.

Späthig, körnig bis dicht, auch schieferig.

Grün bis schwarz.

a) **Körniges Hornblendegestein** (Amphibolgestein). Späthig oder körnig bis dicht. Zufällige Gemengtheile: Feldspath, Glimmer, Granat, Eisenkies, Magneteisenerz, Kupferkies.

b) **Hornblendeschiefer.** Schieferig, meist aus nadelförmigen Krystalltheilchen bestehend. Zufällige Gemengtheile zuweilen: Feldspath, Quarz, Glimmer, Chlorit, Granat, Eisenkies.

Uebergehend in Hornblendegestein, Glimmerschiefer, Dioritschiefer, Thonschiefer.

13) **Talkschiefer** (Topfstein z. Th.) — Kieselerde und Talkerde mit wenigem Eisen und Thon.

Schieferig und blätterig.

Grau, weifs, grün, gelblich, röthlich.

Weich, fettig anzufühlen.

Zufällige Gemengtheile zuweilen: Glimmer, Quarz, Granat, Staurolith, Disthen, Turmalin, Strahlstein, Magneteisenerz, Eisenerz.

Geht in Chloritschiefer, Thonschiefer und Glimmerschiefer über.

14) **Chloritschiefer** — Kieselerde und Talkerde mit Eisen, Thon und Kalk.

Schieferig, aus krystallinischen Nadeln bestehend.

Grün oder schwärzlichgrün.

Als zufällige Gemengtheile enthaltend: Talk, Glimmer, Magneteisenerz, Bitterspath, Granat, Quarz, Kupferkies.

Bildet Uebergänge in Talkschiefer, Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer.

15) Serpentin — Kieselerde und Talkerde mit vielem Wasser.

Dicht, schneidbar, fettig anzufühlen.

Grün, braun, roth, gelb, grau; geflammt, gefleckt, geadert.

Zufällige Gemengtheile: Felsit, Talk, Pyrop, Schillerspath, Bronzit, Eisenkies, Arsenkies, Magneteisenerz, gediegen Kupfer.

Einiger sogenannte Serpentin dürfte als eine dichte Abänderung des Gabbro anzusehen sein. Serpentin, mit Kalkstein gemengt, bildet **Ophit.**

Der Name rührt her von Serpens (Schlange), weil das Gestein oft wie Schlangenhaut aussieht.

16) Brauneisenstein — Eisenoxyd mit etwas Wasser.
Faserig, dicht, erdig.
Braun bis gelb.
Pulver gelblichbraun.
Ziemlich schwer.
a) Brauner Glaskopf. Faserig, mit nierenförmiger oder traubiger Oberfläche. Selten in grofsen Massen.
b) Dichter Brauneisenstein (Thoneisenstein z. Th.). Zuweilen schalig.
c) Bohnerz. Gerundete Körner von Brauneisenstein, welche unverbunden über einander liegen.
d) Raseneisenstein (Limonit). Meist poröse Massen bildend, oder Sandkörner einschliefsend (Sanderz). Gewöhnlich viel Phosphorsäure enthaltend. Verschiedene Arten sind: Wiesenerz, Morasterz, Sumpferz, Seeerz.
e) Brauner Eisenocker.

17) Rotheisenstein — Eisenoxyd. Rotheisenerz als Gestein.
Körnig, faserig, dicht, erdig.
Roth bis schwarz.
Pulver roth.
Schwer.
a) Eisenglanz. Selten als körniges Gestein. Metallisch glänzend.
b) Rother Glaskopf (Blutstein). Innen faserig, aufsen traubig, nierenförmig. Selten in grofsen Massen.
c) Dichter Rotheisenstein mit erdigem Bruch. Abfärbend. Auch einiger sogenannter Thoneisenstein wird hierher gehören.
d) Rotheisenocker und Rotheisenrahm. Erdig, schuppig, schaumig.

18) Magneteisenstein — Eisenoxyd mit Eisenoxydul. Magneteisenerz als Gestein.
Körnig, dicht, auch erdig.
Schwarz, grau.
Pulver auch schwarz.
Sehr schwer, wird vom Magnet gezogen.
a) Magneteisenstein. Körnig oder dicht.
b) Mulmiges Magneteisenerz. Erdig.

c) **Magneteisensand.** Lose Körner; dabei gewöhnlich Körner von Augit, Olivin, Granat, Zirkon, Spinell, Titanit u. s. w.

19) **Graphit** — Kohlenstoff (Kohlenmetall) mit etwas Kiesel, Thon und Eisenoxyd.
Schuppig blätterig, auch dicht.
Eisenschwarz bis stahlgrau.
Pulver schwarz.
Schneidbar, abfärbend, fettig anzufühlen.

20) **Anthracit** — (Glanzkohle). Kohlenstoff mit Kiesel, Thon und Eisen.
Körnig, dicht, auch schieferig. Bruch glatt, muschelig.
Eisenschwarz bis grau.
Pulver grauschwarz.
Schwer brennend.

21) **Schwarzkohle** — (Steinkohle). Kohlenstoff mit Sauerstoff und Wasserstoff, d. h. Kohle mit Bitumen und erdigen Theilen.
Dicht, auch schieferig. Bruch glatt, muschelig oder splitterig.
Schwarz, braunschwarz, grauschwarz.
Pulver bräunlich oder graulichschwarz.
Leicht brennend.
Man unterscheidet viele Varietäten, z. B.:

a) **Grobkohle.** Dickschieferig, Bruch uneben, schwach fettglänzend.
b) **Schieferkohle** (Blätterkohle). Schiefrig, Bruch muschelig.
c) **Faserkohle** (mineralische Holzkohle). Faserig, grauschwarz, seidenartig glänzend.
d) **Pechkohle** (Gagat). Dicht, Bruch muschelig. Pechschwarz, stark fettglänzend, spröde.
e) **Kännelkohle.** Dicht, Bruch ziemlich eben. Grau bis schwarz, schwach fettglänzend, zäh. Reich an Wasserstoff.
f) **Rufskohle.** Erdig, zerreiblich oder staubartig. Matt, grauschwarz bis schwarz, abfärbend.

Rücksichtlich der technischen Anwendung, namentlich beim Verkoksen, unterscheidet man: Sandkohlen, Sinterkohlen und Backkohlen. Diese Unterschiede der Verkoksungsfähigkeit beruhen auf den verschie-

denartigen Mischungsverhältnissen von Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, und können deshalb aus dem äufseren Ansehen nur schwierig beurtheilt werden.

22) Braunkohle — Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff mit verschiedenen Erden.
Dicht, holzartig, blätterig oder erdig.
Gelblichbraun bis schwarz.
Pulver braun.
Brennend, dabei stark riechend. Zuweilen Bernstein enthaltend.
a) Bituminöses Holz (Lignit), mit noch deutlicher Holzstructur.
b) Pechbraunkohle (Gagat z. Th.). Dicht, Bruch glatt, muschelig. Schwarz, fettglänzend, meist sehr zersprungen.
c) Gemeine Braunkohle. Dicht, Bruch muschelig bis erdig. Compact.
d) Erdige Braunkohle (Erdkohle). Erdig, zerreiblich oder staubartig. Braun, abfärbend.
e) Papierkohle (Blätterkohle, Laubkohle). Aus papierdünnen Blättchen bestehend, biegsam, braun. Wahrscheinlich aus Baumblättern entstanden.
f) Moorkohle. Dicht, vielfach geborsten, Bruch eben und erdig.
g) Alaunerde (Erdige Afterkohle). Derb, erdig, matt, schwärzlichbraun bis schwarz. Eine umgeänderte Braunkohle.

23) Torf — (Turf). Aus halbverwesten, von Humussäuere durchdrungenen oder etwas bituminösen, mit erdigen Theilen gemengten pflanzlichen Anhäufungen bestehend. Meist schwammig, braun bis schwarz; brennend.
Man unterscheidet als wenig bestimmte Varietäten: Pechtorf, Streichtorf, Wurzeltorf, Grastorf, Moostorf, Seetorf, Filztorf, Landtorf. Die Masse gehört überhaupt mehr dem Pflanzen- als dem Mineralreiche an.

24) Asphalt (Erdpech). Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, d. i. Bitumen mit etwas Kohle. Dicht, Bruch glatt, muschelig. Braun bis schwarz. Pul-

ver braun. Erwärmt weich, sogar flüssig. Brennend. Uebergehend in Erdöl. Selten als Gestein.

Gemengte Gesteine.

(Mineralgemenge als Gesteine.)

a) Krystallinische.

25) Thonschiefer. — Undeutlich gemengt aus höchst feinen Theilen von Glimmer, etwas Quarz, Feldspath und Talk, zuweilen mit kohligen Theilen, Hornblende oder Chlorit. Meist homogen aussehend, also scheinbar gleichartig.

Deutlich schieferig, Bruch splitterig bis erdig.

Grau, grünlich grau, blaulichgrau, violett, roth, braun, schwarz. Durch Verwitterung zuweilen gelblich.

Pulver meist grünlich weifs, doch auch schwarz, wenn viel Kohlenstoff vorhanden.

Zufällige Gemengtheile sind: Chiastolith, Staurolith, Granat, Turmalin, Epidot, Eisenkies.

a) Gemeiner Thonschiefer, ziemlich krystallinisch und glänzend.

b) Grauwackenschiefer, der Formation nach verschieden, als Gestein oft schwer vom ersteren zu unterscheiden. Gewöhnlich mehr erdig und weniger glänzend, zuweilen sandig. Seltener als jener krystallinische Beimengungen enthaltend.

c) Dachschiefer. Grofs-, eben- und dünnschieferig, fest. Schwarzgrau oder grünlich. Die dunkelsten Varietäten werden zu Schiefertafeln verwendet. Meist frei von zufälligen Gemengtheilen.

d) Wetzschiefer. Hart, quarzreich, feinsandig, meist dickschieferig. Wetzstein.

e) Griffelschiefer. Grau, weich, in stiftförmige Stücke zerspalten, aus denen man Schieferstifte macht.

f) Zeichnenschiefer (Schwarze Kreide). Viel Kohlenstoff enthaltend, schwarz, weich, stark abfärbend. Pulver schwarz.

g) Alaunschiefer. Schwarz, Pulver auch schwarz. Alaunhaltig. Geht oft in Kieselschiefer über.

h) **Hornfels** ist z. Th. ebenfalls hierher zu rechnen, als ein fester, von Kieselerde oder Felsit sehr durchdrungener, undeutlich schieferiger Thonschiefer, oft turmalinhaltig.

26) **Glimmerschiefer** — Deutliches Gemenge aus (zweiaxigem) Glimmer und Quarz, welche lagenweise mit einander wechseln, oft in der Art, dafs der Glimmer die Quarzblättchen einschliefst. Schieferig.

Grau, weifs, gelblich, röthlich, bräunlich. Glänzend.

Zufällige Gemengtheile besonders: Granat, Talk, Chlorit, Feldspath, Hornblende, Turmalin, Staurolith, Eisenkies, Magneteisenerz, Graphit.

Geht über in Gneifs, Thon-, Talk-, Chlorit- und Hornblendeschiefer.

Der Glimmer wird zuweilen durch andere Mineralien vertreten und dann entstehen z. B. folgende Gesteine:

a) **Talkglimmerschiefer**, der Glimmer ist durch Talk vertreten. Schieferig gelblich, grünlich, fettig anzufühlen.

b) **Eisenglimmerschiefer.** Körnig schieferiges Gemenge aus Eisenglimmer und Quarz, oft Blättchen von gediegenem Gold enthaltend. Aufserdem: Eisenkies, Eisenglanz, Talk, Strahlstein.

i) **Itakolumit** (Gelenkquarz, biegsamer Sandstein). Körnigschieferiges Gemenge aus Quarz und Talk oder Chlorit Nach dem Gebirge Itakolumi in Brasilien benannt.

d) **Turmalinschiefer.** Körnigschieferiges Gemenge aus Quarz und Turmalin. Darin zufällig: Glimmer, Chlorit, Zinnerz, Granat.

e) **Cipollin** — Grobfaseriges Gemenge aus körnigem Kalkstein und meist grünlichem Glimmer. Hier ist also der Quarz durch Kalk vertreten.

27) **Gneifs** — deutliches Gemenge aus Quarz (zweiaxigem), Glimmer und Feldspath. Quarz und Feldspath bilden körnige Lagen, welche durch Glimmerblätter oder Schuppen von einander getrennt sind.

Schieferig und flaserig.

Grau, weifs, gelblich, röthlich, grünlich u. s. w.

Zufällige Gemengtheile: Granat, Turmalin, Epidot, Andalusit, Eisenkies, Molybdänglanz, Graphit u. s. w.

Bildet Uebergänge in Glimmerschiefer und Granit.

Der Name stammt aus der Bergmannssprache. Gneifs nannte man sonst bei Freiberg das erzlose Nebengestein der Gänge.

Durch stellvertretende Gemengtheile entstehen z. B.

a) Dichroitgneifs. Der Quarz ist durch bläulichen Dichroit vertreten.

b) Talkgneifs. Statt des Glimmers Talk.

c) Topasfels. Körnig schieferiges Gemenge von Quarz, Topas und Turmalin.

28) Granit — deutliches Gemenge aus Quarz, Feldspath und (zweiaxigem) Glimmer. Der Feldspath ist meist Orthoklas oder Albit. Die Glimmerblättchen liegen nicht parallel und bedingen deshalb keine Schieferstructur.

Körnig.

Grau, röthlich, gelblich, grünlich, weifs.

Zufällige Gemengtheile: Turmalin, Hornblende, Andalusit, Pinit, Epidot, Granat, Topas, Beryll, Graphit, Magneteisenerz, Zinnerz, Molybdänglanz u. s. w.

Bildet Uebergänge in Gneifs, Syenit und Porphyr.

Der Name kommt von Granum, das Korn, her.

Durch die Structur bewirkte Varietäten sind:

a) Porphyrartiger Granit. In der körnigen Hauptmasse liegen porphyrartig einzelne grofse Feldspathkrystalle. Das Gemenge enthält dann oft Albit, während die Krystalle aus Orthoklas bestehen.

b) Schriftgranit (Pegmatit). Quarz und Feldspath sind so verwachsen, dafs ersterer schriftähnliche Zeichen in letzterem bildet. Der Glimmer ist auf einzelne Nester zurückgedrängt und fehlt stellenweise ganz. Das Gestein ist gewöhnlich besonders reich an zufälligen Gemengtheilen.

c) **Glimmertrapp.** Sehr feinkörniges Gemenge aus Glimmer mit etwas Feldspath und zuweilen Quarz. Oft gefleckt, manchmal etwas schieferig.

d) **Eurit.** Ein höchst feinkörniger Granit, dem der Glimmer zuweilen ganz fehlt. Durch einzelne Feldspathkrystalle wird daraus **Euritporphyr.**

Durch stellvertretende und fehlende Gemengtheile entstehen:

e) **Protogyn.** Körniges Gemenge aus Feldspath, Quarz und Talk. Der Quarz fehlt zuweilen.

f) **Granulit** (Weifsstein). Körniges, zuweilen fast dichtes Gemenge aus Felsit und Quarz, meist etwas schieferig. Weifs, gelb, röthlich, grau, grünlich, bis fast schwarz. Zufällige Gemengtheile besonders: Granat, Glimmer, Kyanit, Hornblende.

g) **Greisen.** Körniges Gemenge aus Quarz und Glimmer, welchem in der Regel auch Zinnerz und Arsenkies beigemengt sind.

h) **Dichroitgranit.** Der Quarz ist durch bläulichen Dichroit vertreten.

i) **Schörlfels.** Körniges Gemenge aus Quarz und Schörl (Turmalin).

k) **Norit** — Ein körniges Gemenge aus Felsit und Titaneisen.

29) **Syenit** — deutliches Gemenge aus (Labrador-) Feldspath und Hornblende. Häufig gesellen sich dazu auch Quarz und Glimmer, so dafs das Ganze dann Granit mit Hornblende genannt werden könnte. Ganz charakteristisch ist ferner eine Beimengung von sehr kleinen braunen Titanitkrystallen.

Körnig.

Röthlich oder grünlich.

Zufällige Gemengtheile: Epidot, Zirkon, Magneteisenerz u. s. w.

Bildet Uebergänge in Granit, Hornblendegestein und Porphyr.

Der Name ist von Syene in Aegypten entlehnt, obwohl sich später ergeben hat, dafs die dortigen classischen Steinbrüche keinen Syenit, sondern Granit liefern.

Texturvarietäten sind:

a) Porphyrartiger Syenit, mit einzelnen grofsen Feldspathkrystallen.

b) Schieferiger Syenit (Syenitschiefer).

Durch stellvertretende Gemengtheile entstehen:

c) Zirkonsyenit. Meist grobkörnig aus (Labrador-) Feldspath, Zirkon und wenig Hornblende gemengt.

d) Hypersthensyenit. Körniges Gemenge aus Hypersthen und (Labrador-) Feldspath.

30) Grünstein und Grünsteinschiefer (Trapp, Diabase) — deutliches oder undeutliches Gemenge aus Amphibol (Bronzit, Hypersthen, Schillerspath oder Paulit) mit Felsit.

Körnig, dicht, schieferig, auch porphyrartig.

Zuweilen blasig oder mandelsteinartig, indem die Blasenräume mit Kalkspath erfüllt sind.

Grün bis schwarz, auch dunkelgrau.

Zufällige Gemengtheile, besonders häufig: Eisenkies, aufserdem Quarz, Glimmer, Granat, Epidot, Magneteisenerz.

Der Collectivname Grünstein ist durch die Mannigfaltigkeit der Varietäten unzureichend geworden; man wendet ihn defshalb nur dann noch an, wenn es zu schwierig ist, eine der nachfolgenden Varietäten, in welche das Gestein zerfällt, bestimmt zu unterscheiden.

a) Diorit. Deutliches körniges Gemenge aus Hornblende und Albit, oft mit Eisenkies. Vom Syenit unterschieden durch Albit- statt Labrador-Feldspath, so wie gewöhnlich auch durch Vorwalten der Hornblende und beigemengten Eisenkies.

b) Dioritschiefer. Dasselbe Gestein schieferig.

c) Hyperit. Deutliches körniges Gemenge aus Hypersthen und Albit, oft mit Eisenkies.

d) Hyperitschiefer. Dasselbe Gestein schieferig.

e) Aphanit. Scheinbar gleichartiges dichtes Gemenge aus Amphibol und Albit. Zuweilen mandelsteinartig. Diorit und Hyperit gehen

beide in Aphanit über, wenn ihre Gemengtheile undeutlich, sie selbst dicht werden.

f) **Aphanitporphyr** (Grünsteinporphyr) entsteht durch Hervortreten einzelner Albit- oder Hornblendekrystalle im Aphanit.

g) **Aphanitschiefer** ist schieferiger Aphanit.

h) **Gabbro.** Körniges Gemenge aus Labrador und Diallag, aufser den oben genannten zufälligen Gemengtheilen zuweilen Titaneisen und Serpentin enthaltend.

Zum Gabbro sind ferner zu rechnen gewisse Gemenge aus dichtem Felsit (Saussurit) mit Bronzit oder Schillerspath, zuweilen mit beiden zugleich oder auch mit Strahlstein verbunden. Das Gestein soll durch sehr feinkörnigen Zustand in eine Art von Serpentin übergehen.

i) **Paulitfels** (Hypersthenfels, Schillerfels) — meist grobkörniges Gemenge aus Labrador und Paulit.

Als verwandt gehören hierher ferner:

k) **Eklogit** (Omphazitfels). Körniges Gemenge aus grünem Strahlstein (oder Diallag) und Granat, zuweilen mit Glimmerblättchen und Eisenkies. Nur der Aehnlichkeit wegen zum Grünstein gerechnet.

l) **Erlan.** Meist undeutliches Gemenge aus Grünstein und Dolomit. Gelblich grünlich, oder bräunlich grau. Fest.

m) **Ophit.** Ziemlich undeutliches Gemenge von Serpentin und dichtem oder körnigem Kalkstein.

n) **Schalstein.** Schieferige dioritische oder chloritische Masse. Zellig, blasig oder mandelsteinartig. Ein etwas unbestimmtes Gestein.

o) **Wacke.** Bräunliches oder schmuzig grünliches Gestein, dicht bis erdig, zuweilen blasig, schlackig oder mandelsteinartig. Wahrscheinlich durch Zersetzung von Grünsteinvarietäten entstanden.

31) **Porphyr** (Felsitporphyr) — eine dichte Felsithauptmasse, enthält einzelne Krystalle von Feldspath, Quarz, seltener Glimmer oder Hornblende, mehr zufällig Granat oder Eisenkies.

Porphyrartig.

Röthlich, gelblich, bräunlich, vielfarbig.

Der Name bezeichnete bei den Bildhauern der Alten mancherlei zur Stulptur geeignete Gesteine, die mit unserem Porphyr nur zum Theil übereinstimmen.

Je nach dem Grade des krystallinischen dichten, frischen oder verwitterten (zersetzten) Zustandes hat man drei Porphyrarten unterschieden, die für den Geognosten ziemlich gleiche Bedeutung haben, da sie nur verschiedene Zustände desselben Gesteines sind, deren Unterscheidung aber für Bodenkunde und Technik doch von grofser Wichtigkeit ist, nämlich.

α) Hornsteinporphyr. Hauptmasse sehr frisch, fest und hornsteinartig. Bruch glatt, muschelig, fast glasartig.

β) Feldsteinporphyr. Hauptmasse dicht, weniger hornsteinartig, zuweilen etwas krystallinisch. Bruch nicht so glasartig.

γ) Thonsteinporphyr — Hauptmasse, (durch Verwitterung?) thonsteinartig oder kaolinartig. Bruch erdig.

Wirkliche Gesteinsvarietäten sind dagegen:

a) Quarzporphyr (rother Porphyr). Dichte Felsitgrundmasse mit Quarz- und Feldspathkrystallen. Meist gelb, roth oder braun.

b) Glimmerporphyr. Dichte Felsitgrundmasse mit Feldspath- und Glimmerkrystallen, zuweilen auch zugleich mit Quarz.

c) Syenitporphyr. Dichte oder krystallinische Felsitgrundmasse mit Feldspath- und Hornblendekrystallen, zuweilen auch zugleich Quarz und Glimmer enthaltend.

d) Pechsteinporphyr (Stigmite). Pechstein als Grundmasse, schliefst Krystalle von glasigem Feldspath und Quarz ein, enthält auch oft Kugeln von Felsit oder von Quarzporphyr.

Mit dem Porphyr verwandt ist auch das nicht porphyrartige Gestein:

e) Pyromerid. Dichter oder krystallinischer Felsit mit etwas Quarz; Felsitkugeln einschliefsend.

32) Melaphyr — (Augitporphyr, schwarzer Porphyr, Mandelstein z. Th.). Dichtes oder etwas krystallinisches, meist undeutliches Gemenge aus Augit und Labrador-Feldspath (?), oft durch ein-

zelne Krystalle von Labrador und Augit porphyrartig.

Dicht, körnig, porphyrartig, auch mandelsteinartig oder schlackig.

Dunkel, bräunlich, grünlich oder schwarz.

Zufällige Gemengtheile: Glimmer, Eisenkies, nie Quarz.

Varietäten sind z. B.

a) Dichter Melaphyr. Dicht oder etwas körnig.

b) Porphyrartiger Melaphyr, eigentlicher Augitporphyr, mit Labrador und Augitkrystallen in dunkeler homogener Hauptmasse.

c) Mandelstein. Dieser enthält in der meist homogenen Hauptmasse theilweise oder ganz ausgefüllte Blasenräume. Diese Blasenräume sind entweder ganz unregelmäfsig, kugelförmig, oder alle nach einer Richtung in Länge gezogen, oder birnenförmig, mit den spitzen Enden nach unten gerichtet. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dafs sie durch Gasentwickelung im Innern des Gesteins entstanden sind. Die Ausfüllung der Blasenräume besteht aus Kalkspath, Calcedon, Achat, Quarz, Zeolith, Chabasit und dergleichen Mineralien, welche theils den Wänden parallele Lagen oder Drusen, theils unregelmäfsige Massen, gleichförmige Ausfüllungen oder traubige, stalaktitische Körper bilden. Die eigentlichen Wände der Blasenräume sind oft zunächst mit Grünerde überzogen.

33) Basalt — (Basanit, Trapp z. Th.) Meist undeutliches, selten deutliches Gemenge aus Augit und Feldspath, zu welchen sich in der Regel auch Olivin und Magneteisen gesellen.

Dicht, porphyrartig, körnig, mandelsteinartig, schlackig.

Schwarz, grünlichschwarz, grauschwarz, braunschwarz.

Gewöhnlich fest und schwer.

Der Name ist alt-classisch, die griechischen und römischen Schriftsteller verstehen jedoch darunter z. Th. ein anderes Gestein als wir.

Varietäten sind:

a) Gemeiner Basalt. Dicht, scheinbar gleichartig, Bruch matt, muschelig oder eben. Gewöhnlich mit einzelnen Körnern oder Krystallen von Olivin, Augit, Hornblende oder Magneteisenerz, dadurch oft porphyrartig.

b) Dolerit (basaltischer Grünstein z. Th.) — deutlich gemengter körniger Basalt. Man unterscheidet namentlich Augit und (Labrador-) Feldspath, zuweilen auch Magneteisenerz und Olivin. Zufällige Gemengtheile sind: Nephelin, Leuzit, Glimmer, Eisenkies. Auch der sogenannte körnige oder gefleckte Basalt ist zum Theil hierher zu rechnen. Geht durch Dichtwerden in Basalt über. Eine Zwischenstufe hat man Anamesit genannt, welcher durch Beimengung von Sphärosiderit charakterisirt sein soll.

c) Basaltischer Mandelstein. Basalt (oder Dolerit) mit theilweise oder ganz ausgefüllten Blasenräumen. In den Blasenräumen Zeolith, Harmotom, Chabasit, Analzim, Kalkspath, Aragon, Sphärosiderit, Calcedon, Hyalit, Grünerde. Hauptmasse oft etwas verwittert, wackenartig.

d) Schlackiger Basalt.

Dem Basalt nahe verwandt ist:

e) Basaltische Wacke (Eisenthon z. Th.). Ein dichtes bis erdiges Gestein. Braun, grau oder grünlich. Durch Krystalle von Augit, einaxigem Glimmer, Olivin oder Magneteisenerz zuweilen porphyrartig; oder mandelsteinartig mit Kalkspath, Aragon, Zeolith Achat u. s. w. Zum Theil ein zersetzter Basalt, z. Th. das Bindemittel von Basaltconglomerat.

Durch Nephelin statt Feldspath entsteht:

f) **Nephelin-Dolerit.** Deutliches körniges Gemenge aus Augit und Nephelin, oft mit Magneteisenerz.

34) **Phonolith** (Klingstein, Porphyrschiefer). — Scheinbar gleichartiges Gemenge aus Felsit und Natrolith (die Beimengung des letzteren kann nur durch chemische Analyse erkannt werden.

Dicht, schieferig, porphyrartig durch Feldspathkrystalle, selten blasig.

Bruch splitterig bis muschelig, glasartig bis erdig. Beim Daraufschlagen oft hell klingend.

Grünlichgrau, grau, schwärzlichgrau.

Besonders charakterisirt durch eine weifse erdige Verwitterungsrinde, welche fast alle an der Oberfläche liegende Stücke umgiebt und durch Zersetzung des Natrolithes, sowie der färbenden Theile entsteht.

Als zufällige Gemengtheile enthaltend: Hornblende, Augit, Magneteisenerz, Titanit, Leuzit, Glimmer.

In Drusen und Blasenräumen: Natrolith, Zeolith, Analzim, Chabasit, Kalkspath, Sphärosiderit, Hyalith.

Geht über in Trachyt und nähert sich auch dem Basalt.

a) **Dichter Phonolith.** Homogen, fest, hornsteinartig, schieferig, grünlichgrau, stark klingend.

b) **Porphyrschiefer.** Mit glasigen Feldspathkrystallen in der schieferigen Hauptmasse.

c) **Porphyrartiger Phonolith.** Hauptmasse dicht, nicht schieferig, hellgelblich grau, darin Krystalle von Augit, Hornblende oder Feldspath und Drusen oder Blasenräume mit Natrolith, Chabasit, Analzim, Albin u. s. w.

d) **Zersetzter Phonolith.** Weiches, fast erdiges Gestein, durchaus der weifsen Verwitterungsrinde entsprechend, eine Art von Porzellanerde.

35) **Trachyt** (Trapp-Porphyr). — Undeutliches und unbestimmtes, meist etwas körniges Gemenge, in welchem Felsit vorwaltet. Fast stets porphyrartig durch Krystalle von glasigem Feldspath

(Ryakolith), gewöhnlich auch Glimmerblättchen und Hornblendenadeln, seltener Titanit enthaltend.

Körnig, porphyrartig, dicht, schlackig, erdig.

Grundmasse grau, gelblich, röthlich oder grünlich.

Varietäten sind:

a) Andesit. Mit Albit oder Labrador statt des Ryakolithes (Nach den Anden in Amerika benannt).

b) Domit. Zersetzter oder erdiger Trachyt.

Das Product einer anderen Umbildung von Trachyt scheint der sogenannte

c) Alaunfels zu sein. Dicht bis körnig, gelb, grau, oft zellig; röthlich, grünlich; alaunhaltig.

36) Lava — ziemlich undeutliches Gemenge aus Augit und Felsit, oft mit Leuzit und Magneteisen, seltener mit einaxigem Glimmer, Olivin u. s. w.

Körnig, dicht, porphyrartig, schlackig.

Dunkelfarbig, braun, grau, röthlich, grünlich, gelblich, auch schwarz.

Es werden ohne Rücksicht auf ihre Zusammensetzung alle stromartigen heifsflüssigen Ergüsse der Vulkane Laven genannt.

Varietäten sind z. B.:

a) Basaltische Lava. Inniges undeutliches Gemenge aus Augit und Feldspath (Labrador) mit Magneteisen und Olivin. Sehr basaltähnlich, doch rauher und öfter porös durch kleine Blasen.

b) Doleritische Lava. Der vorigen ähnlich, aber deutlicher gemengt.

c) Leuzitlava (Leuzitfels). Vorzugsweise aus Leuzitkrystallen bestehend, oder auch ein dichtes Leuzitgestein bildend. Mit Augit und glasigem Feldspath.

d) Porphyrartige Lava. Mit Augit oder Feldspathkrystallen in einer Hauptmasse.

e) Schlackige Lava. Porös, durchlöchert, aufgebläht; oft durchzogen von fadenförmigen Gebilden.

Hierher gehören auch:

f) Vulkanische Schlacken. Einzelne lose Schlackenstücke; wenn sie klein sind, Lapilli oder vulkanischer Sand genannt.

g) Vulkanische Asche. Staubartige Schlackentheile.

37) Erdschlacke — Gemengtheile nicht erkennbar und unbeständig.

Schlackig, schaumartig aufgebläht, verglast oder glasartig.

Schwarz, braun, roth, röthlichblau, grünlich, grau.
Zuweilen Quarzkörner einschliefsend, nie Olivin, Augit, Magneteisen u. dergl.
Entsteht an einigen Orten vor unseren Augen durch Einwirkung von Kohlenbränden auf Schieferthon, Thon und dergl.
Hierher gehört auch der sogenannte Porzellanjaspis, ein dichtes glasartiges, bläulichgraues Gestein.

b) Mechanisch gemengte Gesteine.

α) Deutlich gemengte.

38) Breccie (Trümmerfels). — Eine Verbindung von eckigen Gesteinsbruchstücken durch irgend eine andere Steinmasse, welche man Bindemittel, Cäment oder Teig nennt.

Die Breccien erhalten verschiedene Namen, je nach dem Bestande der darin enthaltenen Bruchstücke oder des Bindemittels. So unterscheidet man z. B. Granitbreccie, Porphyrbreccie, Kalksteinbreccie, Knochenbreccie.

In der Voraussetzung, dafs einige Breccien durch gewaltsame Reibung eines flüssigen Gesteins an einem festen entstanden sind, nennt man dieselben Reibungsbreccien, z. B. Porphyrmasse mit Thonschieferbruchstücken.

39) Conglomerat — eine Verbindung von abgerundeten Gesteinsstücken (Geschieben) durch irgend eine andere Steinmasse (Bindemittel) zusammengehalten.

Die verschiedenen Conglomeratarten erhalten ihre besonderen Benennungen nach Art der Geschiebe, des Bindemittels oder der Lagerung, z. B. Gneifsconglomerat, Basaltconglomerat, Conglomerat des Rothliegenden, Grauwacke, Nagelflur. Auch hier unterscheidet man Reibungsconglomerate, analog den Reibungsbreccien.

40) Sandstein — eine Verbindung kleiner, meist abgerundeter Körper einzelner Mineralien durch ein kaum bemerkbares Bindemittel. Körnig. Vielfarbig.

Die Körner bestehen in der Regel aus Quarz, das Bindemittel ist gewöhnlich Thon, Mergel oder Eisenoxyd, seltener Hornstein. Danach kann man unterscheiden:

a) thonigen Sandstein,
b) kalkigen Sandstein,
c) mergeligen Sandstein,
d) eisenschüssigen Sandstein und
e) Kieselsandstein (Sandquarz).

Finden sich einzelne gröfsere Geschiebe in dem Sandsteine ein, so nennt man ihn

f) conglomeratartigen Sandstein.

Als untergeordnete Gemengtheile gesellen sich zu den Quarzkörnern zuweilen Glimmerblättchen (oft etwas schieferige Textur bewirkend), Feldspath-, Hornblende- oder Grünerdekörnchen. Die letzteren theilen dem Gesteine eine grünliche Farbe mit und bilden so eine besondere Varietät, den

g) Grünsandstein.

Es versteht sich von selbst, dafs mancherlei andere Gemengtheile im Sandsteine vorkommen können. Kleine Ausscheidungen von Thon heifsen Thongallen.

Nach Lagerung und Formation unterscheidet man ferner z. B. Grauwackensandstein, Kohlensandstein, rothen Sandstein, bunten Sandstein, Keupersandstein, Leiassandstein, Quadersandstein, Braunkohlensandstein u. s. w., deren Charakterisirung erst in dem System der Geognosie gegeben werden kann, da ihre Verschiedenheit nicht sowohl durch die Gesteinsnatur, als durch andere Umstände bedingt ist.

41) Schutt — lockere Anhäufung von Gesteinsbruchstücken. Breccie ohne Bindemittel.

42) Kies (Gerölle). Lockere Anhäufung von Geschieben. Conglomerat ohne Bindemittel.

43) Sand — lockere Anhäufung von Mineralkörnern (in der Regel von Quarzkörnern). Mit einem Bindemittel würde es Sandstein sein.

44) Grus — die unverbundenen Theile irgend eines bestimmten Gesteins. Z. B. Granitgrus, bestehend

aus Körnern von Quarz, Glimmer und Feldspath, ohne Zusammenhalt.

β) undeutlich gemengte.

45) Mergel — scheinbar gleichartiges, unkrystallinisches Gemenge aus kohlensaurem Kalk und Thon.

Dicht bis erdig, auch schieferig, selten rogensteinartig.

Grau, gelblich, röthlich, grünlich, bläulich, schwarz, weifs, bunt.

An der Luft gewöhnlich bald zerfallend.

Mit verdünnter Salzsäure schwach aufbrausend.

Man unterscheidet z. B.

a) gemeinen Mergel,
b) Kalkmergel, mit vorwaltendem Kalk,
c) Thonmergel, mit vorwaltendem Thon,
d) Kieselmergel, mit Kieselerde gemengt, dadurch härter als die andern, zuweilen rogensteinartig,
e) sandigen Mergel, mit Sandkörnern gemengt,
f) bituminösen Mergel, mit Bitumen (Erdpech) gemengt, vorzüglich oft schieferig, als:
g) bituminösen Mergelschiefer, oder
h) Kupferschiefer. Ein bituminöser Mergelschiefer mit Kupfererztheilen, schwarz oder dunkelgrau. Zufällige Gemengtheile: Glimmer, gediegen Kupfer, Roth-Kupfererz, Kupfererz, Bunt-Kupfererz, Kupferglanz, Kupferschwärze, Fahlerz, Kupferlasur, Malachit, Eisenkies, Bleiglanz, Speifskobalt, Kobaltbeschlag, Arsenik-Nickel, gediegen Silber, Blende, Erdpech, Kohlenblende.

46) Schieferthon — scheinbar gleichartiges, schieferiges Gemenge aus Thon mit etwas Kiesel und Kalktheilen. Zuweilen bituminös.

Schieferig, im Bruch erdig. Weich. Vielfarbig.

a) **Gemeiner Schieferthon.**

b) **Brandschiefer**, bituminöser Schieferthon. Braun bis schwarz.

Verwandt ist auch der weit kieselreichere

c) **Klebschiefer.** Stark an den feuchten Lippen anhängend, gelb, grau.

47) **Thon** — scheinbar gleichartiges Gemenge aus Thonerde mit etwas Kalk und Kiesel.

Dicht, erdig, weich, zerreiblich.

In Wasser erweichend, formbar (plastisch).

Weifs, grau, bläulich, grün, roth, braun, schwarz, durch Eisenoxyd oder Bitumen gefärbt.

a) **Gemeiner Thon** (plastischer Thon). Zäh, formbar, hellfarbig.

b) **Lehm.** Mit Eisenoxyd und Sand gemengt, gelb bis braun.

c) **Löfs** (Briz). Ein lockeres erdiges Gemenge aus Thon, Kalk und Sand. Gelblichgrau.

d) **Salzthon.** Mit Steinsalztheilen gemengt, gewöhnlich kohlenstoffhaltig, dadurch dunkel.

e) **Bituminöser Thon.** Mit Bitumen gemengt, dunkelfarbig.

Einige andere Unterscheidungen von Thonarten beziehen sich auf die Lagerung, und ihre Aufstellung gehört defshalb nicht hierher.

48) **Walkerde** — weich, zerreiblich, Bruch uneben, grob- oder feinerdig, fettig anzufühlen.

Grau, grünlich, gelb, bis fast weifs.

In Wasser unter Ausstofsen von Luftblasen schnell und ohne Geräusch zu Pulver zerfallend. Mit Wasser geknetet, eine breiartige, aber unformbare Masse gebend.

Wahrscheinlich aus der Zersetzung von Grünstein hervorgegangen.

49) **Tuff** — ziemlich lockere bis erdige Verbindung von thonigen, kalkigen und sandigen Theilen.

Meist grau oder gelblich.

Zuweilen auch Grus oder Bruchstücke fester Gesteine einschliefsend.

Hierher gehören mehrere nicht scharf bestimmte Gesteine, z. B.

a) **Trafs.** Erdig, gelblich bis braun, mit Fragmenten von Bimsstein, Trachyt u. s. w.
b) **Duckstein** z. Th.
c) **Vulkanischer Tuff.**
d) **Trapptuff.**
e) **Pausilipptuff.**
f) **Peperin.**
g) **Phonolithtuff.**
h) **Basalttuff.**

50) Dammerde — Ueber diese oberste Bodendecke die Fruchterde, wird im fünften Abschnitte ausführlich gehandelt werden, sie ist als ein Product der Einwirkung des organischen Lebens auf die Gesteine anzusehen.

Uebergänge der Gesteine.

(Scheinbare, wirkliche, mechanische, chemische.)

Es ist bereits erwähnt worden, dafs viele Gesteine in einander übergehen, d. h. dafs die Masse des einen so allmählig zu der des andern wird, dafs man zwischen beiden keine bestimmten Grenzen oder Unterscheidungen auffinden kann. Dabei ist hier nicht von einem historischen Vorgange die Rede, wiewohl einige Uebergänge sich auf solche gründen, sondern nur von einem räumlichen Verhandensein der gegenseitigen Annäherung.

Uebergänge können sein:
scheinbare oder
wirkliche, und im letzteren Falle
mechanische oder
chemische.

Durch einige Beispiele wird sich das am befsten erläutern lassen.

Granit kann scheinbar übergehen in Sandstein, wenn dieser in seiner Nähe so viel Gemengtheile desselben enthält, dafs er dadurch bei flüchtigem Anblicke dem Granit ganz ähnlich erscheint. Ein wirklicher Uebergang kann jedoch zwischen diesen beiden Gesteinen nie stattfinden, da die Theile im Granit krystallinisch und im Sandsteine mechanisch verbunden sind.

Körniger Kalkstein kann dagegen in dichten, Dolerit in Basalt, Diorit in Aphanit u. s. w. wirklich übergehen, so auch Granit in Gneifs, Aphanit in Aphanitschiefer, durch allmählige Annahme schieferiger Textur; oder Granit in Syenit durch Beimengung von Hornblende. Ebenso Glimmerschiefer in Gneifs durch Hinzutreten des Feldspathes, Kalkstein in Mergel oder in Sandstein durch Aufnahme von Thon oder Sand; Sandstein in Conglomerat durch Anwesenheit gröfserer Geschiebe; Thon in Salzthon durch Einmengung von Steinsalz u. s. w. Alle diese wirklichen Uebergänge sind in so fern mechanische, als sie nur die Textur oder Zahl und Art der Gemengtheile, nicht aber deren chemische Zusammensetzung betreffen. Ein chemischer Uebergang ist es hingegen, wenn Kalkstein durch Aufnahme von Talkerde in Dolomit übergeht, oder wenn durch Zersetzung aus Basalt Wacke entsteht u. s. w.

Durch Uebergänge wird oft die Bestimmung der Gesteine sehr erschwert, und es zeigt sich dadurch um so deutlicher, dafs Gesteinsarten nicht den Arten oder Species der Oryktognosie, Botanik oder Zoologie verglichen werden können.

Zum besonderen Studium der Gesteinslehre empfiehlt sich vorzüglich:

v. Leonhard — Charakteristik der Felsarten, Heidelberg 1824.

Einige Neuerungen finden sich in v. Leonhard's Grundzügen der Geologie und Geognosie, dritte Auflage 1839, und in Walchner's Handbuch der Mineralogie Bd. II.

Ueber Dichroitgneifs, Glimmertrapp und Erlan vergl. Naumann's Erläuterungen zur geogn. Karte von Sachsen XIV. S. 25 und XV. S. 95 und 238.

Ueber Grünsteine G. Rose in Poggendorff's Annalen der Phys. u. Chemie 1835. Bd. XXXIV. Stück 1.

Ueber Auderit v. Buch, daselbst XXXVI. S. 189.

B.

Formenlehre.

(Structurlehre.)

Innere Formen.
Aeufsere Formen.

Innere Formen oder Absonderung der Gesteine.

Die Zertheilung der Gesteinmassen durch innere Grenzen in mehr oder weniger regelmäfsige Gestalten nennt man Absonderung. Jede Absonderung ist bewirkt durch Klüfte (feine Spalten). Die Klüfte aber sind entstanden durch Zusammenziehung der dazwischen liegenden Massen.

Unregelmäfsige Absonderung.

(Zerklüftung.)

Man nennt ein Gestein unregelmäfsig abgesondert, unbestimmt massig abgesondert, oder zerklüftet, wenn die das Ganze zertheilenden Klüfte keinem bestimmten Gesetze folgen und daher keine regelmäfsigen, sondern Theile von ganz unbestimmter Form absondern. Sind die Theile grofs, so pflegt man den Ausdruck »unbestimmt massig«, zu brauchen, sind sie klein, so sagt man gewöhnlich nur: Das Gestein ist vielfach zerklüftet. (Beides häufig am Granit, Porphyr, körnigem Kalkstein, Quarzfelz u. s. w.) Die unregelmäfsige Absonderung läfst jedoch oft eine gewisse Tendenz zu einer der regelmäfsigen wahrnehmen und kann endlich sogar Uebergänge in dieselben bilden.

Regelmäfsige Absonderung.

(Kugelförmig, pfeilerförmig, plattenförmig, parallelepipedisch.)

Folgt die Richtung der zertheilenden Klüfte bestimmten Gesetzen, so dafs dadurch lauter unter sich ähnliche Kör-

per gebildet werden, so nennt man das regelmäfsige Absonderung. Die Lage und Richtung der Absonderungsklüfte kann bestimmt sein durch: Punkte, Linien, Flächen oder parallelepipedische Körper, und danach zerfällt die regelmäfsige Absonderung in:

1) kugelförmige,
2) pfeilerförmige,
   a) cylindrische,
   b) säulenförmige, prismatische, stängliche.
3) schalige oder plattenförmige,
4) parallelepipedische oder cubische,

welche alle entweder für sich allein, oder zu zweien und mehreren combinirt in der Natur gefunden werden.

1) Kugelförmige Absonderung.

Wenn die Absonderung eines Gesteins gleichmäfsig um lauter Centralpunkte erfolgt ist, so dafs diese Punkte von den trennenden Klüften in ziemlich gleichen Abständen eingeschlossen werden, so resultirt daraus die kugelförmige Absonderung, welche meist mit concentrisch schaliger verbunden ist. Die Kugeln sind zuweilen sehr der mathematischen Kugelform genähert, zuweilen platt gedrückt, oder länglich, oder unregelmäfsig auf andere Weise. Durch knollige Absonderung geht die kugelförmige endlich in unbestimmt massige über. Das Innere der Kugeln, ihr Kern, ist gewöhnlich dichter, fester oder krystallinischer als ihre äufsere Rinde, was theils als eine Folge ihrer Entstehungsart, theils als Resultat der von den Klüften aus stärker wirkenden Verwitterung anzusehen ist. Die nothwendig entstehenden Räume zwischen den mit einzelnen Punkten gewöhnlich dicht an einander liegenden Kugeln sind mit Gestein erfüllt, welches meist nicht so krystallinisch ist, als das in den Kugeln. Selten liegen dieselben von einander getrennt, einzeln in einer unbestimmt massig abgesonderten Hauptmasse. Ihr Durchmesser schwankt gewöhnlich von 1 bis 2 Fufs, doch kommen sie auch kleiner und viel gröfser vor.

Basalt, Dolorit und Grünsteine zeigen unter allen

Gesteinen am häufigsten kugelförmige Absonderung, seltner sieht man sie am Granit, Porphyr, Kalkstein u. s. w.

2) Pfeilerförmige Absonderung.

(Cylindrisch, säulenförig, prismatisch, stänglich).

Laufen die Absonderungsklüfte in ziemlich gleichen Abständen gewissen Linien parallel, so bilden sie die pfeilerförmige Absonderung. Diese ist

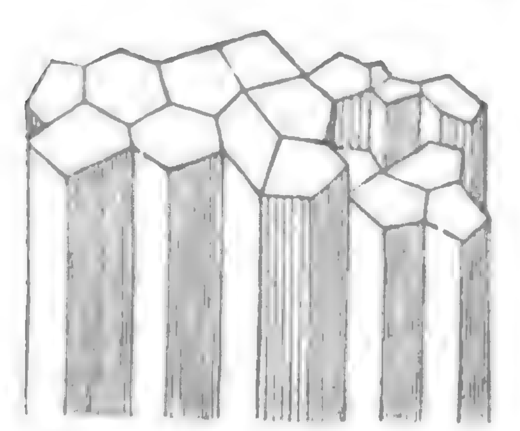
a) cylindrisch,

wenn die Kluftflächen in gleichmäfsigem Abstande um jene Axlinie gebogen sind. Dieser Fall ist recht deutlich bis jetzt nur an den sogenannten Umläufern des Trachytes am Stenzelberge bei Bonn beobachtet worden, welche zugleich umlaufend schalig, und oft in der Mitte ihrer Höhe etwas dicker als an den Enden sind.

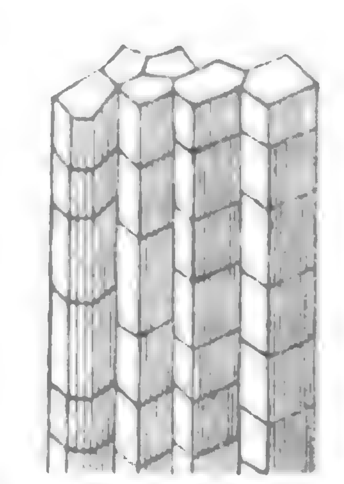
Sie ist dagegen

b) säulenförmig, prismatisch, oder stänglich, wenn die der Linie parallelen Flächen ziemlich eben sind und sich folglich unter Winkeln schneiden.





Ungegliederte Säulen.



Gegliederte Säulen.

Die Dicke der Säulen beträgt im Mittel ½ bis 2 Fufs, geht aber in den Extremen sehr darüber hinaus; ihre Länge ist oft durch die sogenannte Gliederung unterbrochen, welche entweder ebene oder gebogene Endflächen mit ihren Axen an einander stofsender Säulenstücke bewirkt. Doch hat man an Basalten zusammenhängende, also ungegliederte Säulen von 30 bis 80 Fufs Länge beobachtet (Stolpen in Sachsen, Unkel am Rhein). Die Zahl der Seitenflächen der Säulen

ist unbestimmt, sie schwankt zwischen 3 und 9, am häufigsten findet man fünf- und sechsseitige Säulen. Ihre Form ist theils gerade, theils gebogen, ihre Stellung gegen einander parallel, radial, federförmig, fächerförmig oder unregelmäfsig. Gegen die Erdoberfläche senkrecht, horizontal oder geneigt, am häufigsten rechtwinkelig gegen die gröfsten Grenzflächen des Gesteins. Da die einzelnen Säulen stets dicht an einander schliefsen, so sind die unmittelbaren Nachbarn stets ziemlich parallel. Ihr Dickerwerden nach einer Seite hin macht jedoch verschiedene Richtungen möglich.

Die Säulenform ist am häufigsten dem Basalte und Dolorit eigen, seltener dem Phonolith, Porphyr, Granit, Sandstein u. s. w.

Die ähnliche, gewöhnlich vierseitige regelmäfsige Zerklüftung, welche an dichten Kalksteinen, Mergeln u. s. w. innerhalb der Schichtung beobachtet wird, pflegt man vorzugsweise **prismatisch** zu nennen. Sind die Säulen oder Prismen klein, dünn und nicht sehr regelmäfsig, so braucht man dafür den Ausdruck **stänglich** (Basalt, Thonschiefer, bei letzterem Schieferstifte bildend). Sind sie dagegen sehr grofs und unregelmäfsig, so braucht man am häufigsten den allgemeinen Ausdruck **Pfeiler** dafür. Durch diese Grade geht die Säulenform allmälig in unregelmäfsige Zerklüftung oder massige Absonderung über.

3) Schalige oder plattenförmige Absonderung.

Sind die Absonderungsklüfte sämmtlich unter sich parallel oder, was dasselbe ist, laufen sie gewissen, in der Mitte der abgesonderten Körper zu denkenden Flächen parallel, so bilden sie schalige oder plattenförmige Absonderung. Diese Flächen können nun entweder **gebogen** oder **eben** sein. Der erstere Fall erzeugt das, was man vorzugsweise

a) schalige Absonderung nennt.

Am häufigsten sind die Schalen um einzelne Mittelpunkte (centra) gebogen und bilden so **concentrisch schalige Absonderung**, welche nothwendig immer

eine Combination der schaligen und kugeligen Absonderung ist. Diese concentrisch-schaligen Kugeln, gewöhnlich von 1 bis 2 Fuſs Durchmesser, erreichen zuweilen eine sehr beträchtliche Gröſse. Am Basalte bei Paradell in Vivarais z. B. 45 Fuſs und zu Ober-Cassel bei Bonn sogar 500 bis 600 Fuſs Durchmesser. So groſse Kugelmassen sind selten vorhanden, noch seltener deutlich zu übersehen, oft fehlt ein groſser Theil, den man sich jedoch aus dem Beobachtbaren in Gedanken ergänzen kann.

Die schalige Absonderung ist zunächst fast allen kugelförmigen Gesteinen — auſserdem aber auch gewissen säulenförmigen Porphyren und Phonolithen eigen (S. 70).

Sind die parallelen Flächen eben, so bilden sie die

b) platten- oder tafelförmige Absonderung.

Plattenförmig ist hier wieder der allgemeine Ausdruck, da er alle Gröſsenverhältnisse in sich einschlieſst. Auch die Schichtung ist eine plattenförmige Absonderung, welche wir aber in einem besonderen Abschnitte behandeln, da Benennung und Betrachtungsweise derselben mit einem Urtheile über die besondere Entstehung der oft viele Quadratmeilen bedeckenden Schichten verknüpft ist. Daraus geht zugleich hervor, daſs die Bestimmung, was Schichtung und was nicht Schichtung zu nennen sei, oft sehr schwer fallen muſs. Wirklich waren die Ansichten der Geognosten lange getheilt darüber, ob man die oft stattfindende plattenförmige Absonderung des Granites, Syenites, Porphyres, Basaltes, Gneiſses u. s. w. für Schichtung halten solle oder nicht.

Sind die Platten sehr regelmäſsig, im Verhältniſs zu ihrer Gröſse nicht sehr dick, und seitlich durch bestimmte Flächen begrenzt, so nennt man sie Tafeln. Die tafelförmige Absonderung wird in der Regel durch eine Combination der Plattenform mit der Säulenform bedingt; indem nämlich die Säulen von parallelen Flächen in geringen Abständen rechtwinkelig oder schräg durchschnitten werden, so entstehen daraus lauter säulenförmig über einander liegende

Tafeln. Weit seltener entsteht die Tafelform dadurch, dafs **Säulen** sehr breit werden.

Die Tafelform ist hiernach natürlich am häufigsten den säulenförmigen Gesteinen eigen.

4) **Parallelepipedische oder cubische Absonderung.**

Durchschneiden sich die Absonderungsklüfte, den Flächen eines Parallelepipeds entsprechend, d. h. nach drei unter sich parallelen Richtungen, so nennt man diefs parallelepipedische, oder hexaedrische (d. i. sechsflächige) Absonderung. Sind zugleich die Winkel der Klüfte beinahe rechte, und die Abstände von einander nach allen drei Richtungen ziemlich gleich, so wird der Ausdruck cubisch oder quaderförmig angewendet. Eine der drei Kluftrichtungen ist häufig der Schieferstructur oder der Schichtung des Gesteins parallel und dann von ungleichem Werthe mit den übrigen (Kieselschiefer, Sandstein). Die Gröfse der einzelnen abgesonderten Theile kann sehr verschieden sein, wir finden sie von $\frac{1}{4}$ Kubikzoll bis zu mehr als 50 Kubikfufs. Dieselben sind gewöhnlich klein und schiefwinkelig bei Kieselschiefer und Thonschiefer, klein und rechtwinkelig bei Steinkohle, grofs und rechtwinkelig bei Granit, Sandstein u. s. w.

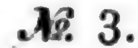
Je mehr die Flächen ihren Parallelismus verlieren, um so mehr geht diese Absonderung in die unbestimmt massige oder in unregelmäfsige Zerklüftung über.

Combinationen der Absonderungen.

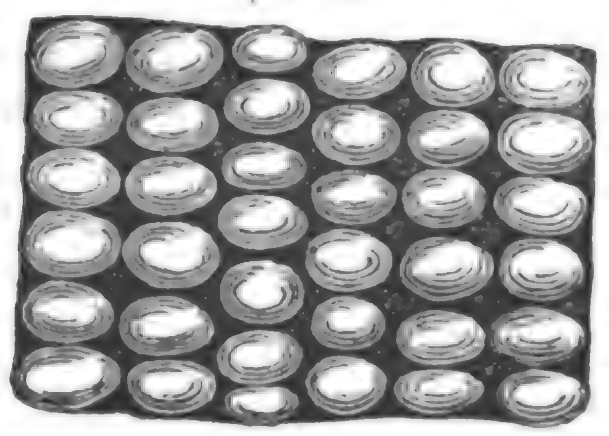
Mehrere der vorgenannten Absonderungen können einem Gesteine zugleich eigen sein. Vielerlei Verbindungen sind denkbar, einige sehr gewöhnlich vorkommende sind folgende:

1) Unregelmäfsige Zerklüftung, verbunden mit plattenförmiger Absonderung, so nämlich, dafs das Gestein plattenförmig im Grofsen erscheint, die einzelnen Platten aber vielfach zerklüftet sind, ein Fall, der besonders häufig bei derjenigen Plattenform eintritt, welche man Schichtung nennt.

2) Kugelige in Verbindung mit säulenförmiger Absonderung erfolgt durch lineare Anordnung der einzelnen Kugeln, oder, anders ausgedrückt, durch Zerfällung der Säulen in lauter Kugeln. Dafs die Kugeln sehr gewöhnlich zugleich concentrisch schalig sind, ist bereits erwähnt. Diese Combination ist häufig beim Basalt.



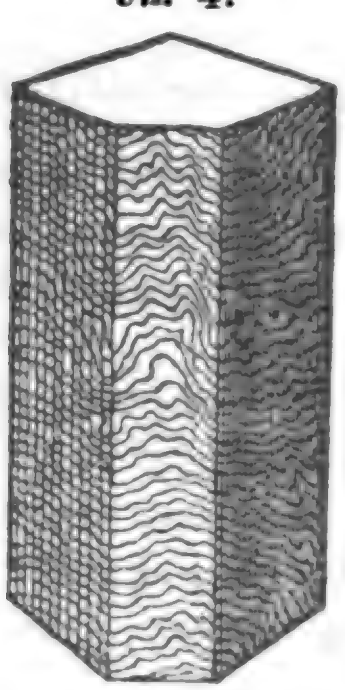
№ 3.



3) Cylindrische Absonderung, verbunden mit umlaufend schaliger, wobei die Schalen der Aufsenfläche der Cylinder parallel um deren Axen gebogen sind. Findet statt an den sogenannten Umläufern des Trachytes im Siebengebirge.

4) Säulenförmige, verbunden mit krummschaliger Absonderung, so nämlich, dafs die Säulen der Quere nach in einzelne mehr oder weniger gewundene Schalen zerfällt sind, wodurch sie auf der Oberfläche ein damascirtes Ansehen erhalten. Bei Phonolith und Porphyr nicht allzu selten.

№ 4.



Die Verbindung der Säulenform mit der Plattenform, woraus Tafeln resultiren, ist bereits erwähnt.

5) Plattenförmige Absonderung verbunden, mit pfeilerförmiger, oder kugeliger. Die plattenförmigen Körper sind aus Prismen, Säulen oder Kugeln zusammengesetzt. Hierbei kann der Fall vierfacher Combination eintreten, wenn nämlich die Platten aus Säulen, diese aus Kugeln und diese aus concentrischen Schalen bestehen. Man sagt dann plattenförmig im Grofsen, säulenförmig im Kleinen, die Säulen aus concentrisch schaligen Kugeln bestehend.

Schichtung.

So nennt man die Absonderung der Gesteine in unter sich ziemlich parallel liegende Platten, sobald aus der Natur des Gesteins und der Absonderung hervor geht, dafs die einzelnen Platten, Schichten, successiv über einander gebildet worden sind. Die Feststellung dieses Begriffes stützt sich somit zugleich auf eine Beurtheilung der Entstehungsart und ist defshalb für Anfänger besonders schwierig.

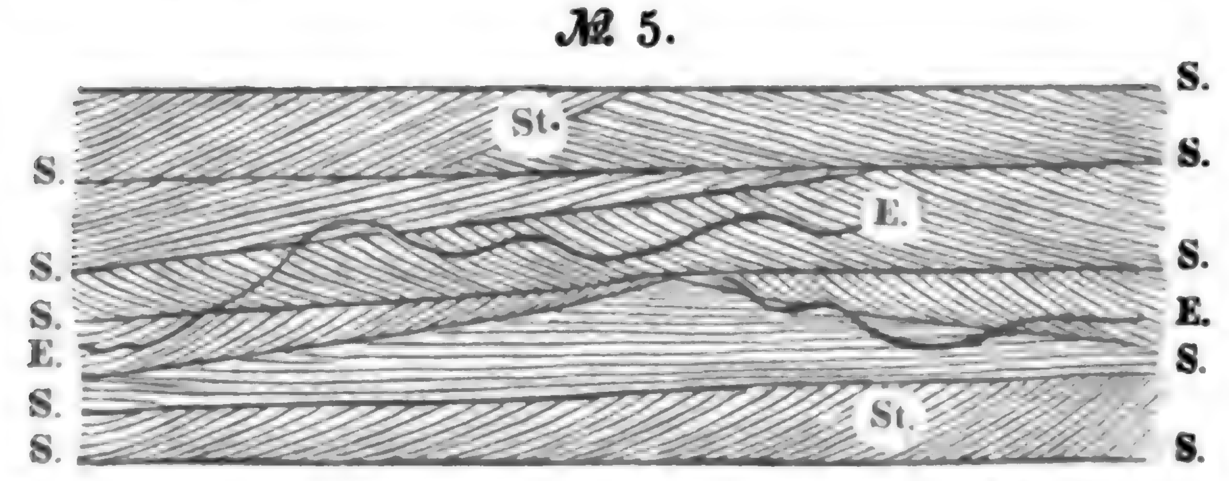
Die Trennung der einzelnen Schichten kann bewirkt sein: durch blose Klüfte, Schichtungsklüfte, oder auch durch Verschiedenheit des Gesteins der über einander liegenden Schichten. Conglomerat- oder Sandsteinschichten sind häufig getrennt durch thonige Zwischenlagen; Kalksteinschichten durch Mergel; Kohlenschichten durch Letten, Schieferthon, Sandstein u. s. w., in welchen letzteren Fällen kein Zweifel über die wahre Schichtnatur entstehen kann.

Streifung in den Schichten.

Oft sind die Schichten, vorzüglich Sandsteinschichten, durch auffallende Streifung ausgezeichnet, welche in sich wieder einer höchst feinen Schichtung zu entsprechen scheint. Diese durch Korn oder Färbung erkennbare Streifung ist keineswegs immer der Schichtung im Grofsen parallel, sondern häufig von der Hauptrichtung abweichend, gebogen

und auch unter sich nicht constant, vielfach an einander abstofsend.

№ 5.



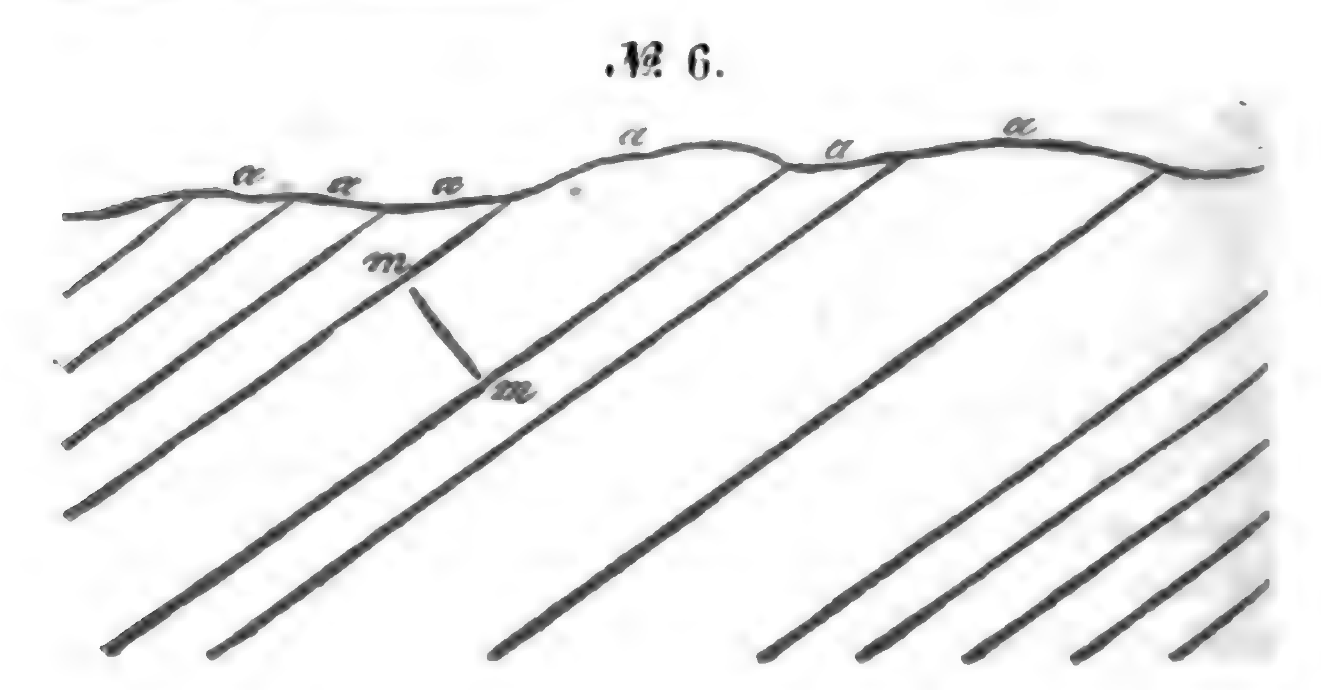
Schichten des bunten Sandsteins zwischen Sarlouis und Saarbrücken.
S. Schichtungsklüfte.
St. Streifung durch Eisenoxyd in den Schichten.
E. Eisenschüssige Wülste.

Man hat diese der Schieferung entsprechende Streifung vieler Sandsteine durch Wellenschlag zu erklären versucht, welcher feine Sandlagen in dieser Weise aufhäuft.

Bezeichnungen an den Schichten.

Die rechtwinkelige Entfernung von einer breiten Begrenzungsfläche, Seite, einer Schicht zur anderen heifst die Dicke oder Mächtigkeit der Schicht (m. m.). Diese steigt von $\frac{1}{4}$ Zoll bis zu 20 bis 30 Fufs an. Die Ausdehnung nach den übrigen Richtungen ist gewöhnlich sehr grofs, oft unbestimmbar.

№ 6.



Wenn die schmalen Enden der Schichten irgendwo die Gebirgsoberfläche berühren, »zu Tage ausgehen oder ausstreichen,« so nennt man das ihre Ausgehenden, ihr Ausstreichen (a. a.) oder, wenn die Schichten sehr aufgerichtet sind, mit ihren breiten Seiten nahe senkrecht stehen, Schichtenköpfe.

Stellung der Schichten.

Die Schichten liegen horizontal (»söhlig«), geneigt (»flach«), oder stehen senkrecht (»saiger«), im letzteren Falle sagt man gewöhnlich: sie stehen auf dem Kopfe, im zweiten spricht man oft von aufgerichteter Schichtung. Man bestimmt die Lage der Schichten mit Hülfe von Compafs und Gradbogen nach der Richtung zweier auf ihren Seitenflächen zu denkender Linien. Eine auf der Seitenfläche einer Schicht gezogene oder gedachte Horizontallinie bestimmt das Streichen, und eine andere, diese rechtwinkelig schneidende das Fallen der Schicht. Daraus geht von selbst hervor, dafs die letztere stets den Weg bezeichnet, welchen auf die geneigte Schichtfläche gegossenes Wasser einschlagen würde. Bei senkrechter Schichtung steht auch die Falllinie senkrecht, und es kann hier somit nicht angegeben werden, nach welcher Himmelsgegend sie sich neigt, was bei geneigter Schichtung verlangt wird. Bei ganz söhliger Schichtung liegt natürlich die Falllinie wie die Streichlinie horizontal, und es findet keine Unterscheidung mehr statt.

Bei schieferigen Gesteinen ist die Schichtung in der Regel der Schieferung parallel, und man kann dann die Streich- und Fallrichtung durch die Schieferrichtung bestimmen. Es kommen jedoch auch Fälle vor, wo die Schieferung von der Schichtung durchschnitten wird, ähnlich wie die Streifung im Sandsteine (Seite 72.), und diese hat man wohl zu unterscheiden. Ueberhaupt aber hat man sich stets sehr vorzusehen, dafs man nicht irgend andere Klüfte für Schichtklüfte halte, oder das Fallen und Streichen an Punkten bestimme, wo die Lage der Schichten durch einen ganz örtlichen Zufall sehr verändert ist. Alle

die Manipulationen und Rücksichten, welche bei Abnahme des Streichens und Fallens nöthig sind, werden Anfängern gewöhnlich sehr schwer, weil sie oft gleichzeitige Beurtheilung von vielerlei Umständen, Ueberblick, Augenmafs einen sicheren Takt und folglich durchaus viele Uebung erfordern, wenn sie zuverlässig sein sollen.

Die Anwendung der verschiedenartig eingerichteten Compasse oder Gradbögen oder Verbindungen beider mufs in der Regel durch Vorzeigung deutlich gemacht werden, da die nothwendig sehr complicirte Beschreibung des Instrumentes und der Manipulation ohne praktische Anweisung von den Wenigsten mit nöthiger Bestimmtheit aufgefafst werden würde.

Einige Hauptregeln dabei sind folgende:

1) Man bestimmt das Streichen, indem man die Nordlinie des Compasses der Streichlinie parallel hält und nun die Stunde oder den Grad abliest, auf welchen die Nadel einspielt. Die Richtung des Fallens und der Grad der Neigung müssen noch besonders notirt werden.

2) Einfacher ist es in vielen Fällen, sogleich das Fallen zu bestimmen, indem man die Nordlinie des Instrumentes der Falllinie parallel hält, und diese Richtung noch näher durch Angabe der Himmelsgegend bezeichnet, nach welcher die Neigung stattfindet. Das Streichen kann man dann stets berechnen durch Addition oder Subtraction von 6 Stunden oder 90°.

3) Den Grad des Fallens bestimmt man, indem man den Durchmesser des Gradbogens der Falllinie parallel hält und nun die Einspielung des Pendels beobachtet.

4) Der gewöhnliche bergmännische Compafs ist in zweimal 12 Stunden eingetheilt. Für den schriftlichen Ausdruck bedient man sich hierauf bezüglicher kurzer Zeichen, z. B. folgender:

St = Streichen; *F* = Fallen;
h = Stunde (hora);
N = Nord; *O* = Ost; *S* = Süd; *W* = West.

Danach gestaltet sich der Ausdruck für das Streichen: *St. h. x. F. y°, N.*, das heifst: „Streichen Stunde *x* (wofür

wie für y der gefundene Zahlenwerth einzusetzen) Fallen, y Grad gegen Nord, und der Ausdruck für das Fallen: $F.\ y^{\circ}.\ N.\ h.\ x.$

5) Wenn man die jedesmalige Abweichung der Magnetnadel vom wahren Norden nicht selbst in Rechnung bringt, so muſs dieſs zugleich mit dem Jahre der Beobachtung bemerkt werden. Die westliche Abweichung beträgt gegenwärtig im mittleren Deutschland durchschnittlich 17° oder $1\frac{1}{4}$ Stunde des bergmännischen Compasses.

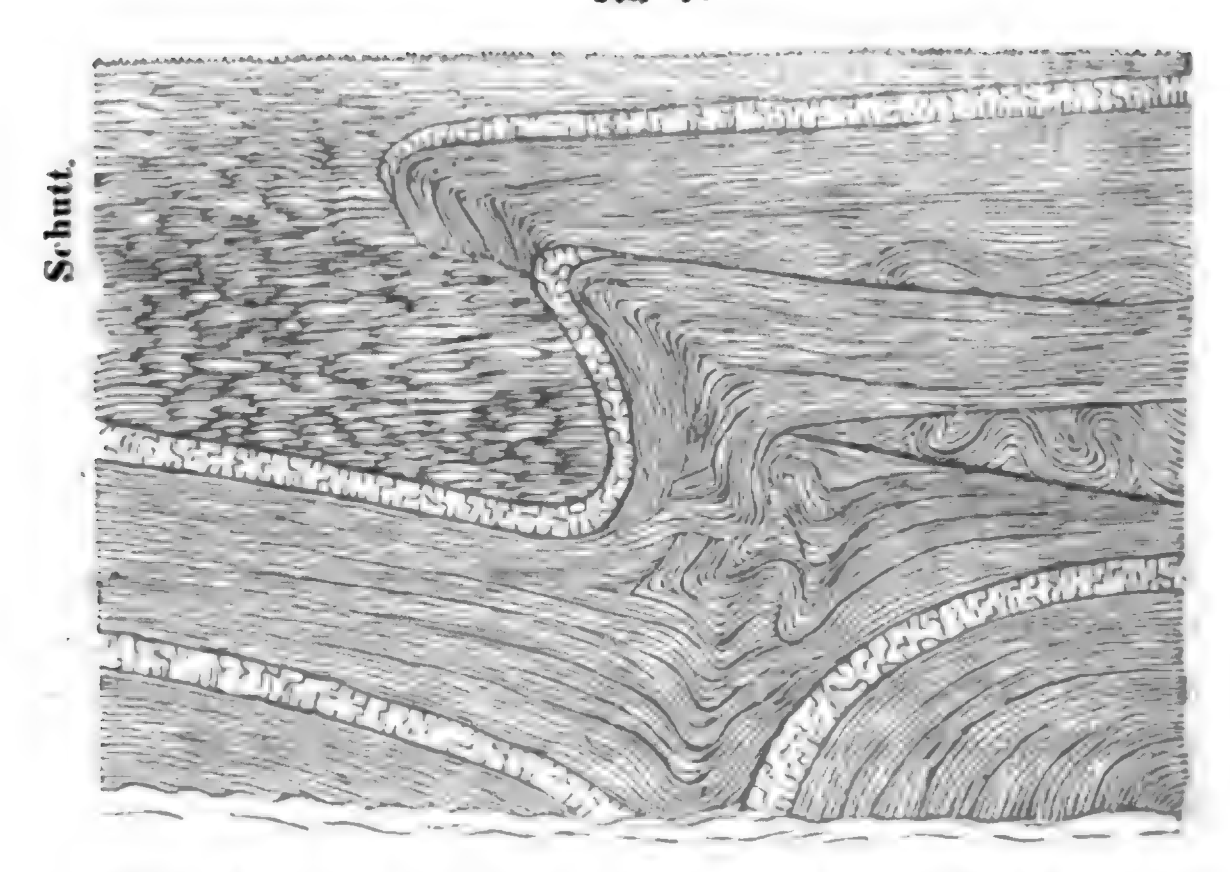
6) Um das allgemeine Streichen und Fallen einer Gebirgsart zu bestimmen, muſs man stets aus den Resultaten mehrerer in gewissen Abständen angestellter Beobachtungen das arithmetische Mittel ziehen, und bei keiner Beobachtung darf man sich durch specielle Windungen der Schichtungen irre leiten lassen.

Besondere Beziehungen der Schichten.

Da die Schichten Resultate successiver Aufeinanderlagerungen sind, so kann ihre ursprüngliche Lage, wenigstens bei den mechanisch abgelagerten Gesteinen, nie sehr stark geneigt sein und muſs dem Boden ziemlich entsprechen, auf welchem die Ablagerung erfolgte. Dieser Zustand ist aber häufig durch spätere Ereignisse gestört worden, und wir finden wirkliche Schichten ganz mechanischer Gebilde zuweilen fast senkrecht und zuweilen so auſserordentlich gebogen, gewunden oder zerbrochen, daſs man diese Verhalten durchaus für secundäre, erst nach der Ablagerung eingetretene, halten muſs.

Diese Störungen der regelmäſsigen Lage finden sowohl im Kleinen als auch ganz im Groſsen statt. Als Beispiel der ersteren Art folgt hier die Darstellung einiger Sandstein- und Schieferthonschichten.

№ 7.



Bunter Sandstein am rechten Ufer der Salza oberhalb Eisleben.

Linearer Parallelismus.

Die Schichtung bedingt einen Parallelismus der Flächen, es findet sich aber an manchen Gesteinen auch ein Parallelismus gewisser Linien, indem entweder die Längenaxen einiger oder aller Gemengtheile, oder die Axen gewisser kleiner Falten, Windungen oder Flasern einander parallel laufen. Das Letztere ist nur bei schieferigen oder sehr dünn geschichteten Gesteinen möglich, der erstere Fall linearen Parallelismus hingegen kann bei allen deutlich gemengten Gesteinen eintreten.

Diese Linien haben zuweilen auf grofse Erstreckung dieselbe Richtung und können deshalb nicht für ganz bedeutungslos gehalten werden. Carl Naumann machte zuerst auf sie aufmerksam und schlug ein Instrument zur Bestimmung ihrer Richtung vor (s. v. Leonhard's und Bronn's Jahrbuch, 1834 und Karsten's Archiv, 1838, Bd. 12).

Aeufsere Formen der Gesteine.

(Gestalten der Gesteinskörper.)

Die äufsere Gestalt der Gesteine zerfällt in folgende:

Schichtensysteme (geschichtete Gesteine).

Lager.

Massen (Massengesteine).

Berggruppen, Gebiete.

Stöcke.

Schollen.

Gänge (Ganggesteine).

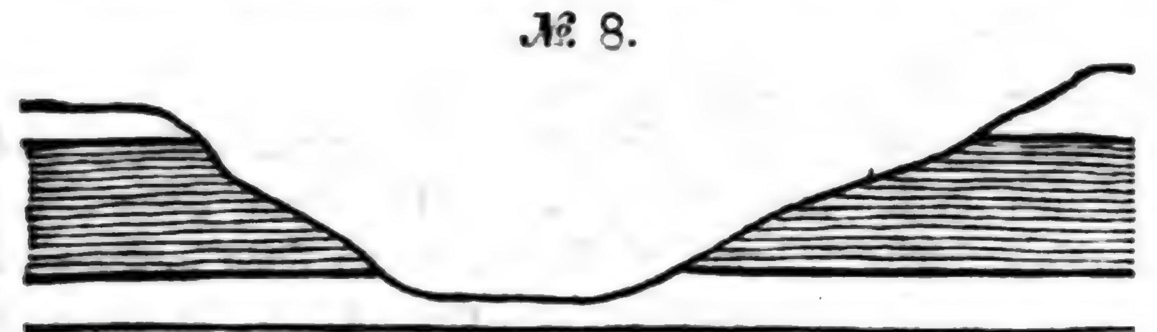
Adern.

1) *Schichtensysteme.*

(Plattenförmige Körper, Lager.)

Indem viele Schichten von grofser Breiten- und Längenausdehnung parallel über einander liegen, so geht daraus ein im Allgemeinen plattenförmiges System derselben hervor, dessen Dicke mehre hundert Fufs und dessen Breite und Länge viele Meilen betragen kann. Ja es läfst sich sogar nachweisen, dafs einige solcher Schichtensysteme über Landstriche, weit gröfser als Deutschland, verbreitet sind, wenn auch ihr unmittelbarer Zusammenhang gegenwärtig vielfach unterbrochen und ihre ursprüngliche Dicke nicht überall gleich ist. Der Zusammenhang derselben kann entweder gleich anfänglich unterbrochen, oder, was viel häufiger der Fall ist, durch spätere Ereignisse gestört worden sein, z. B. durch Thalbildung, in welchem Falle man die Fortsetzung des durch ein Thal getrennten Schichtensystemes an seinen beiden Gehängen wiederfinden wird.

№ 8.



Die ursprünglichen seitlichen Begrenzungen der Schichtensysteme unterscheiden sich von den secundären dadurch, dafs bei ihnen der Gesteinskörper allmälig dünner

wird und endlich verschwindet, sich auskeilt, weshalb man eigentlich alle in ihrer ersten Continuität erhaltenen Schichtensysteme mit sehr breit gedrückten linsenförmigen Körpern vergleichen könnte.

Plattenförmige Gesteinsmassen von geringer Dicke nennt man oft Lager (lagerförmig), besonders dann, wenn sie parallel zwischen anderen geschichteten Gesteinen (als »untergeordnet« in Schichtensystemen) inneliegen, und ihr Mineralbestand von irgend einer besonderen Wichtigkeit ist (z. B. Steinkohlenlager). Die räumlichen Beziehungen der Lager sind dieselben wie die der Schichten. Lager können jedoch aus mehreren Schichten bestehen.

Dichter Kalkstein, Dolomit, Kohlen und fast sämmtliche mechanisch gemengte Gesteine bilden in der Regel Schichtensysteme. Auch Thonschiefer, Glimmerschiefer und Gneifs nähern sich gewöhnlich dieser Form.

2) *Massen.*

(Berggruppen, Gebiete, Stöcke, Schollen.)

Massengesteine sind solche von regelloser Ausdehnung. Ganze Berggruppen, Gebiete, oder einzelne Berge bestehen zuweilen vorherrschend aus einerlei Gestein, dessen Begrenzungsflächen sich auf keinerlei regelmäfsige Gestalt zurückführen lassen. Sie setzen gewöhnlich steil in die Tiefe nieder, ohne jedoch immer eine gleiche Richtung beizubehalten. Sind diese zusammenhängenden Gesteinsmassen nicht sehr ausgedehnt, bilden sie vielmehr nur mäfsig grofse und deshalb übersichtliche unregelmäfsige Körper, so nennt man sie Stöcke und zwar stehende oder liegende Stöcke, je nachdem die vertikale oder die horizontale Ausdehnung vorherrscht.

Die Stöcke, namentlich die stehenden, nähern sich zuweilen doch einer gewissen regelmäfsigen Form, der Gestalt aufrecht stehender Cylinder, gegen oben gewöhnlich in eine kegelförmige Bergkuppe endigend, gegen unten in ungemessene Tiefe fortsetzend. Diese Gestalt ist wahrscheinlich vielen Basalten eigen, deutlich beobachtet wurde sie z. B. an dem der Pflasterkaute bei Eisenach.

Manchmal erscheint die Oberfläche der Massen oder Stöcke ziemlich ellipsenförmig, und durch noch mehreres Vorherrschen zweier Richtungen geht die Massenform in die Gangform über.

Zuweilen entspricht die äufsere Form der Gesteinskörper der von grofsen Bruchstücken oder Schollen, welche rings von anderer Gesteinmasse umschlossen sind, also gleichsam darin schwimmen. Gneifs und Glimmerschiefer im Granit, Porphyr u. s. w.

3) *Gänge.*

(Durchschneidende Platten, Adern.)

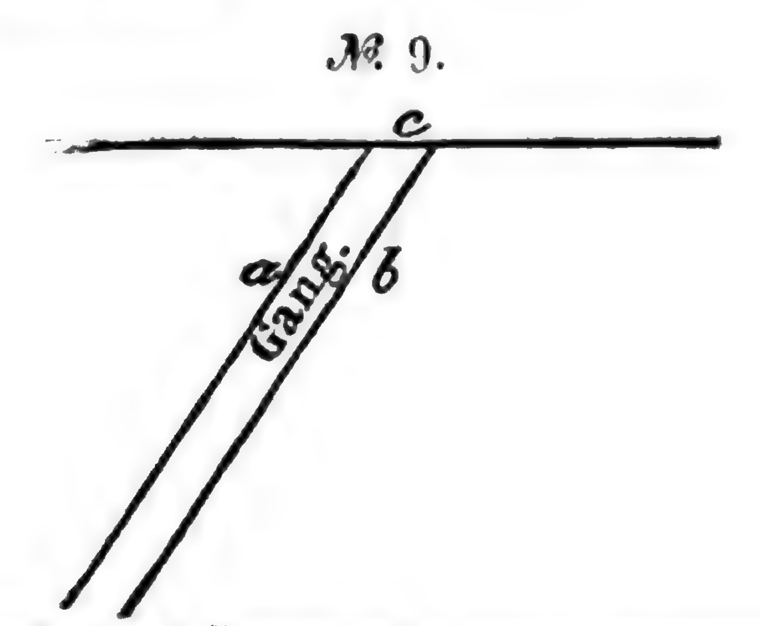
Plattenförmige Gesteinskörper, welche die Schichten, Lager oder Massen anderer Gesteine scharf durchschneiden, durchsetzen, heifsen Gänge. Zur besseren Versinnlichung und schärferen Bestimmung dürfte es beitragen, wenn hinzugefügt wird, dafs die Gänge durch Ausfüllung von mehr oder weniger weiten Spalten entstanden sind. Es kann daher ein Gang sogar lagerförmig sein, wenn er durch Ausfüllung einer der Schichtung parallelen Spalte entstanden ist. Kleine unregelmäfsige Gänge nennt man oft Adern.

Die Ausdehnung der Gänge ist sehr verschieden, man beobachtet dergleichen viele Meilen lang und Hunderte von Fufsen mächtig in gerader Richtung, oder mit Biegungen fortsetzend, überall fast gleich mächtig, oder stellenweise sehr zusammengedrückt. Andere sind keinen Zoll dick und erreichen dann auch nur eine geringe Längenausdehnung. Wenn Gänge sich spalten oder verzweigen, so nennt man die kleineren Theile Ausläufer. Gangförmige Ausläufer finden sich oft auch an den Grenzen massenförmiger Gesteinskörper, seltener an den Schichtensystemen oder Lagern.

Die beiden gröfsten ziemlich parallelen Grenzflächen, welche einen Gang einschliefsen, nennt man seine Seitenflächen oder Salbänder. Steht derselbe nicht vollkommen senkrecht, so unterscheidet man ferner Hangendes und Liegendes des Ganges, so nämlich, dafs man die Ge-

birgshälfte über ihm (*a*) sein Hangendes, die unter ihm (*b*) sein Liegendes nennt.

№ 9.



Hangendes und Liegendes, zusammengenommen, bilden das Nebengestein. Mächtigkeit, Streichen und Fallen werden bei den Gängen eben so bestimmt, wie bei den Schichten, man braucht sich nur zu denken, der Gang sei eine Schicht. Das Ausgehende ist auch hier diejenige schmale Seite der Gesteinsplatte, welche an die Gebirgsoberfläche hervortritt (*c*). Ist die Ausfüllungsmasse der Gänge viel fester als die ihres Nebengesteines, so bildet das Ausgehende oft lange Felsrücken oder mauerähnliche Hervorragungen (sogenannte Teufelsmauern). Die durch allmäliges Schwächerwerden erfolgende Beendigung der Gänge nach den Seiten hin ist selten, die nach der Tiefe (»Teufe«), noch seltener beobachtbar, man nennt sie das Auskeilen.

Nach Art der Ausfüllung unterscheidet man gewöhnlich Gesteinsgänge und Mineral- oder Erzgänge, erstere bestehen aus irgend einem der gewöhnlichen Gebirgssteine (Granit, Porphyr, Basalt u. s. w.) und erreichen oft aufserordentliche Mächtigkeit. Letztere enthalten vorzugsweise einige ungleich vertheilte und gemengte, zuweilen in schichtenähnliche Lagen abgetheilte Mineralien aus den Klassen der Steine und Erze, namentlich: Kalkspath, Braunspath, Schwerspath, Flufsspath, Quarz, Bleiglanz, Schwefelkies, Kupferkies, Blende, Gold-, Silber- und Kupfererze, oder Eisensteine.

Besondere Formen einiger Gesteine.

(Stalaktiten, Incrustationen, Dendriten, Höhlen.)

Stalaktiten und Incrustationen sind namentlich in den Kalkhöhlen und bei Mineralquellen häufig. Man kann nicht wohl von ihrer Natur sprechen, ohne ihre Entstehung zu berühren, welche z. Th. vor unseren Augen erfolgt. Wenn nämlich Wasser gewisse Mineralsubstanzen, namentlich kohlensaure Kalkerde, aufgelöst enthält und, der Verdunstung ausgesetzt, diese zurückläfst, so entstehen dadurch mehr oder weniger krystallinische Steinüberzüge Incrustationen der vorhandenen Oberfläche. Fällt dabei das mineralhaltige Wasser von überhängenden Theilen, z. B. der Decke einer Höhle, tropfenweise herab, so bildet es die sogenannten Tropfsteine oder Stalaktiten, ganz den Eiszapfen entsprechend. Tropfsteinbildung erfolgt in grofsen Höhlen, aber auch in kleinen Blasenräumen, durch kalkerdehaltiges Wasser oder durch andere Solutionen; in manchen Blasenräumen findet man Stalaktiten von Chalzedon, Eisenspath u. s. w.

Incrustationen finden sich häufig neben dem Ausflufs von Mineralquellen. Sie bestehen z. B. beim Carlsbader Sprudel aus Aragon (Sprudelstein, Erbsenstein), beim Geiser auf Island aus Kieselsinter, bei vielen kalten Quellen aus Kalksinter oder Eisenoxyd.

Dendriten werden nicht sowohl von Gesteinen, als von einzelnen Mineralien an und in Gesteinen gebildet, besonders von Eisenoxyd und Manganoxyd, welche auf Klüften oder im Innern der Gesteinsmasse baumförmige Zeichnungen darstellen. Man kann sie leicht mit Pflanzenabdrücken verwechseln.

Auch die Höhlen und Blasenräume in den Gesteinen, welche oft bedeutende Ausdehnung erreichen, gehören zu den besonderen, aber negativen Gestalten, da sie nicht Gestein umschliefsend, sondern von Gestein umschlossen sind. Man findet die ersten am häufigsten in Dolomit,

Gyps und Kalkstein die letzteren in Laven und Basaltgebilden. Von besonderem Interesse sind gewisse, oft knochenhaltige Ablagerungen in den Höhlen, welche ganz oder theilweise dieselben erfüllen und folglich ihre Form angenommen haben, so wie die Ganggesteine die der Gangspalten.

Am ausführlichsten ist die Formen- oder Structurlehre bis jetzt in Kühn's Handbuch der Geognosie Bd. II. abgehandelt worden.

C.

Lagerungslehre.

(Lagerung der Gesteinskörper.)

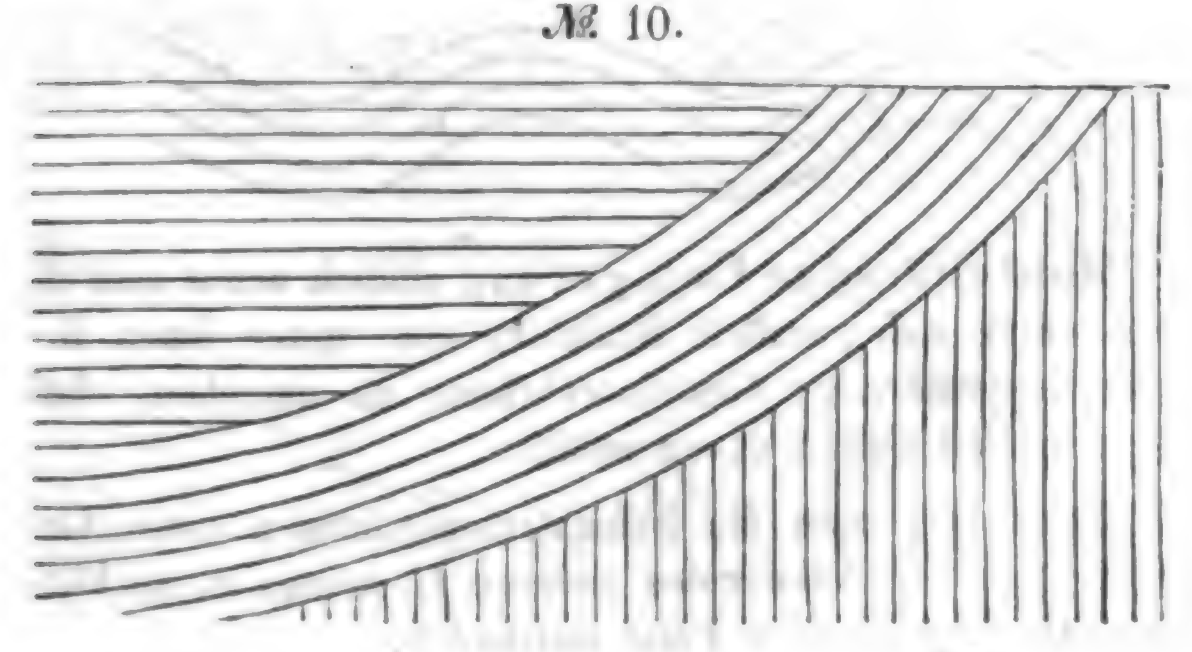
Das räumliche Verhalten der einzelnen Gesteinskörper zu einander und zum Erdganzen nennt man ihre Lagerung. Hierbei ergeben sich zunächst wesentliche Verschiedenheiten zwischen der Lagerung der geschichteten Gesteine, Massengesteine und Ganggesteine.

1) *Lagerung der geschichteten Gesteine — Schichtensysteme.*

(Gleichförmig, ungleichförmig. Bestimmung der Lagerung durch die Schichtung.)

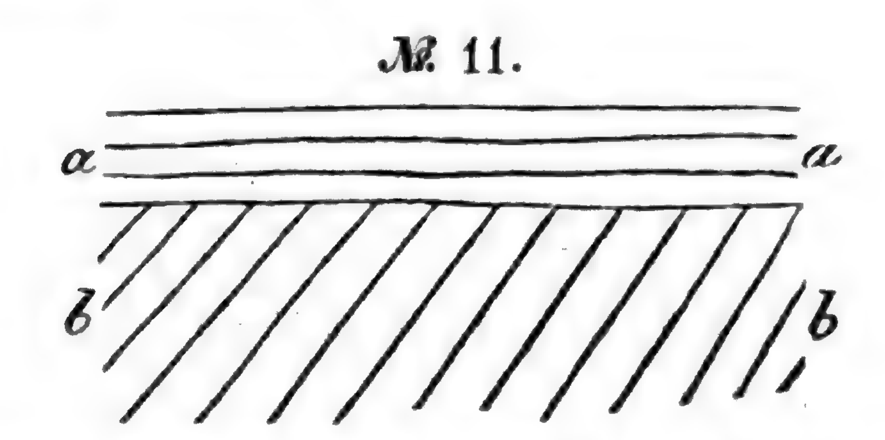
Die einzelnen Schichten eines Gesteins, und eben so die grofsen plattenförmigen Schichtensysteme, liegen am häufigsten parallel über einander, und man nennt in diesem Falle die Lagerung gleichförmig. Ist diefs nicht der Fall, so ist sie im Allgemeinen ungleichförmig oder abweichend z. B.

№ 10.



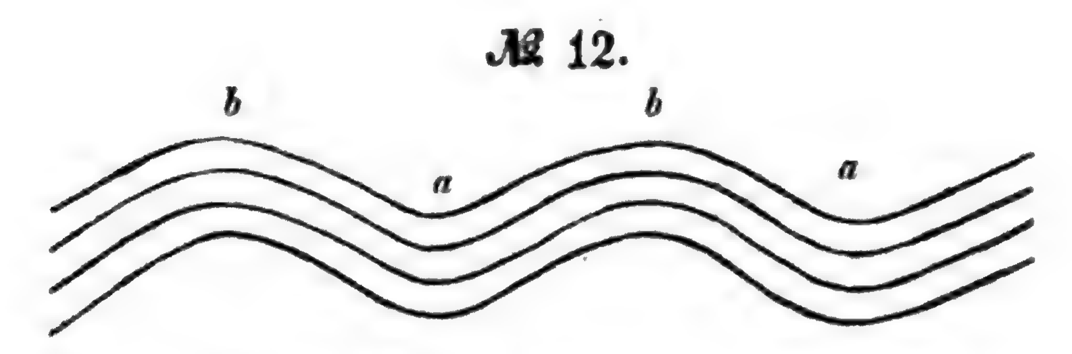
oder im Besonderen **übergreifend**, wenn die Ausgehenden der unteren Schichten von den breiten Seiten der oberen überdeckt werden, z. B.:

№ 11.



Unter sich gleichförmig gelagerte Schichten liegen entweder horizontal (söhlig, *a a*) oder geneigt (schwebend, flach, *b b*) oder sie stehen senkrecht »auf dem Kopfe.« Ein und dasselbe Schichtensystem kann aber auch abwechselnd alle drei Lagen zeigen, welche durch Biegungen in einander übergehen. Sind die Schichten so gebogen, daſs man daraus schlieſsen kann, sie füllen eine beckenförmige Concavität ihrer Unterlagen aus, so nennt man das Ganze eine **becken- oder muldenförmige Einlagerung**. Bilden sie dagegen eine einzelne oder mehrere hinter einander liegende wellenförmige Biegungen, so unterscheidet man an ihnen: **Mulden** (*a*) und **Sättel** (*b*).

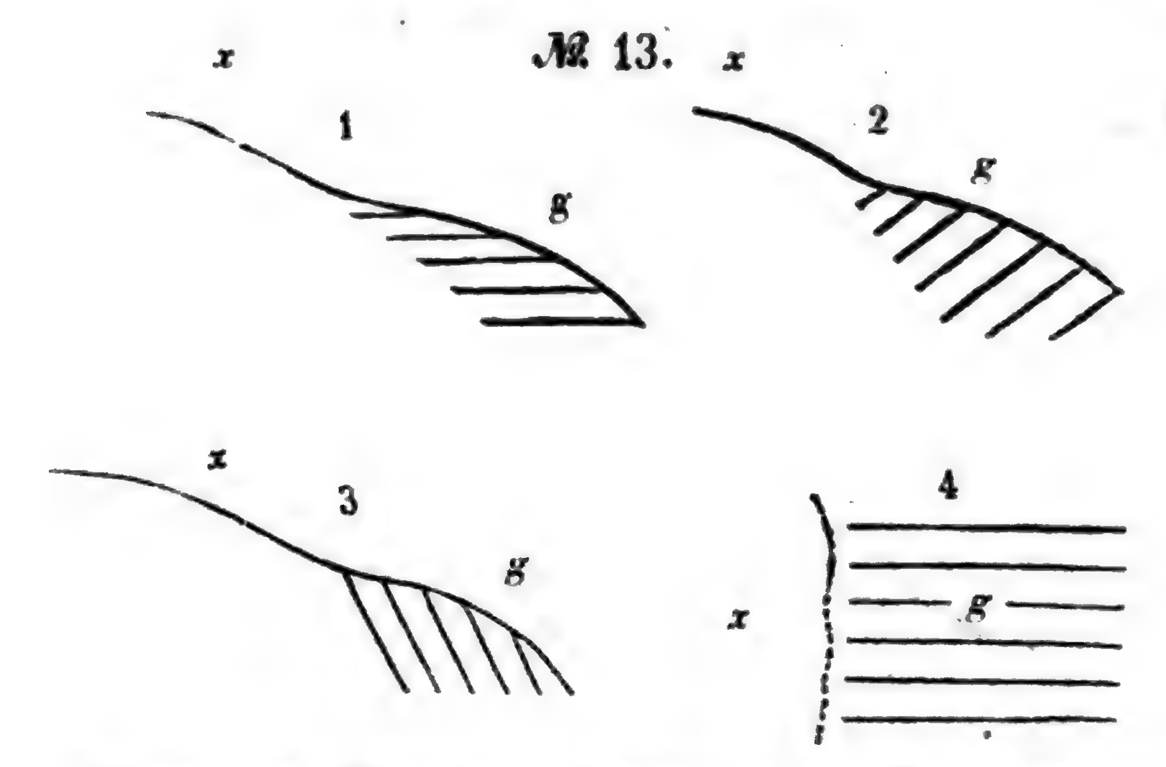
№ 12.



Mantelförmige Umlagerung endlich nennt man es, wenn unter sich parallele Schichten eine unter ihnen liegende kuppenförmige Gesteinserhebung so umgeben, daſs sie nach allen Seiten davon abfallen.

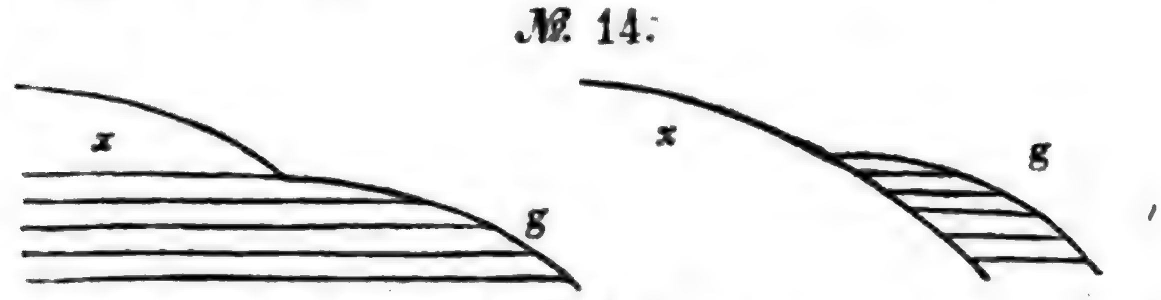
Beobachtet man die Schichtenausgehenden eines Gesteines *g* in der Nähe eines anderen Gesteines *x*, so können z. B. folgende vier Fälle stattfinden.

№ 13.



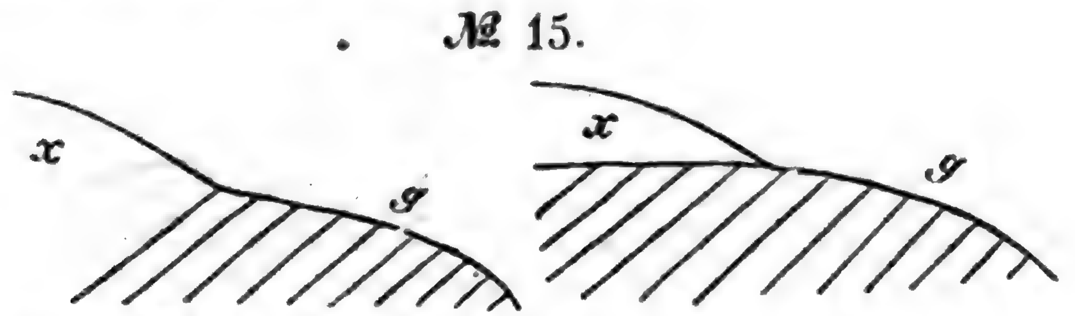
Im ersteren Falle kann x eben so gut über, als unter g liegen, z. B. so:

№ 14.



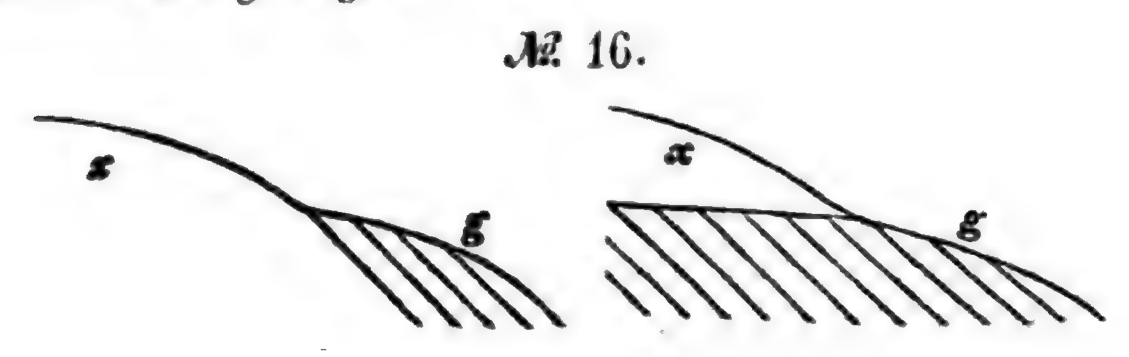
im zweiten ist es wahrscheinlich, dafs x von g unterteuft wird, d. h., dafs x über g liegt, mag nun die Lagerung gleichförmig oder übergreifend sein:

№ 15.



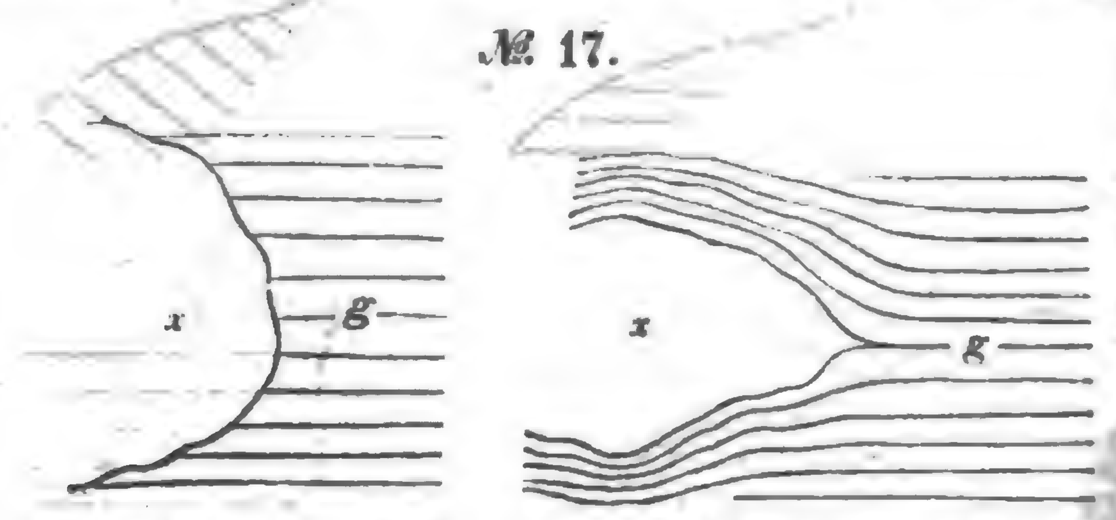
im dritten Falle kann x eben so leicht unter-, als übergreifend auf g liegen:

№ 16.



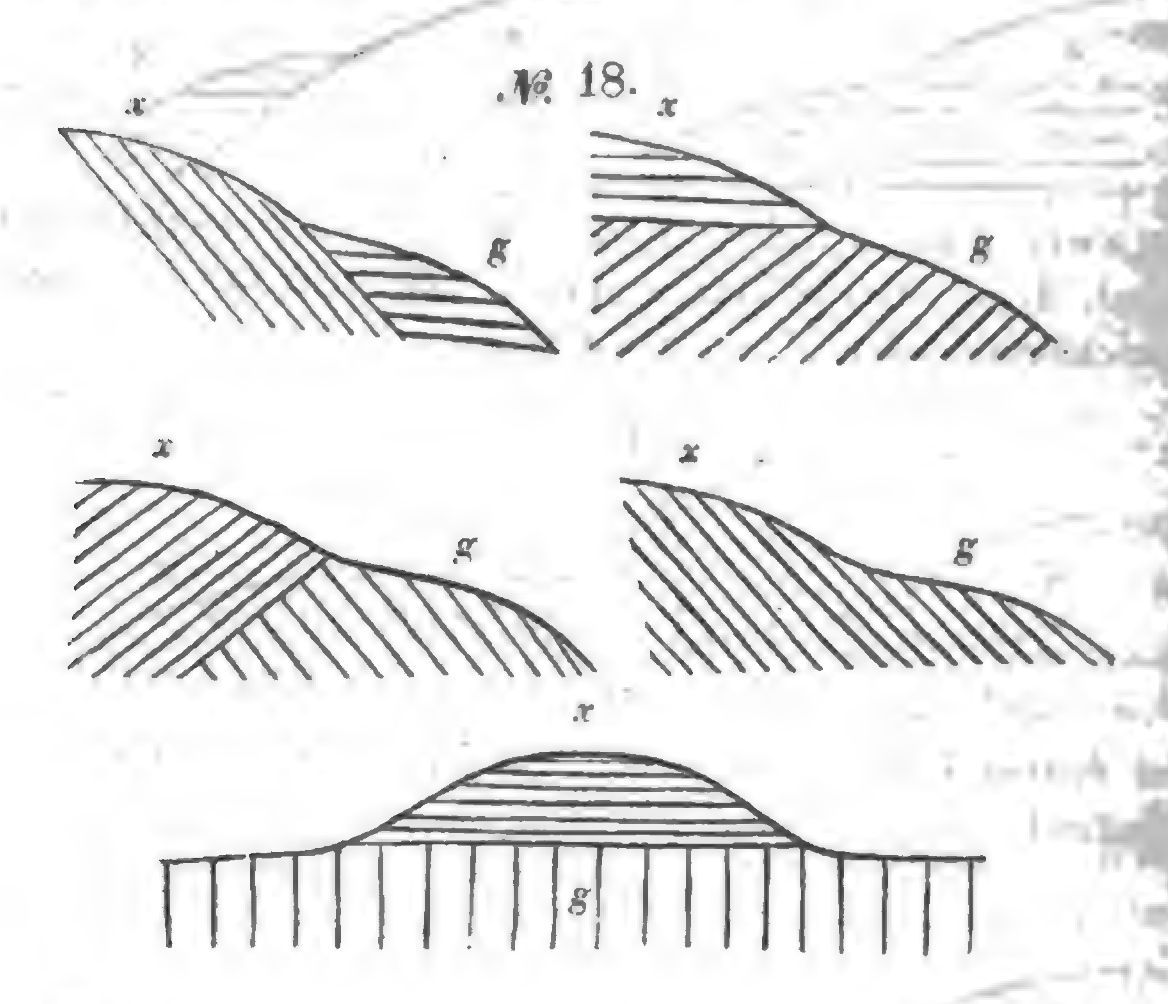
im vierten endlich können sich die Schichten g an x abstofsen (abschneiden), oder sich darum herum biegen:

№ 17.



Manche andere Fälle, namentlich das Abschneiden der Schichten durch x, wenn dieses ein Massenstein ist, sind hier überall noch denkbar; ist x selbst geschichtet, so wird sich in allen Fällen aus der Richtung seiner Schichten die Lagerung leicht ermitteln lassen, z. B.

№ 18.

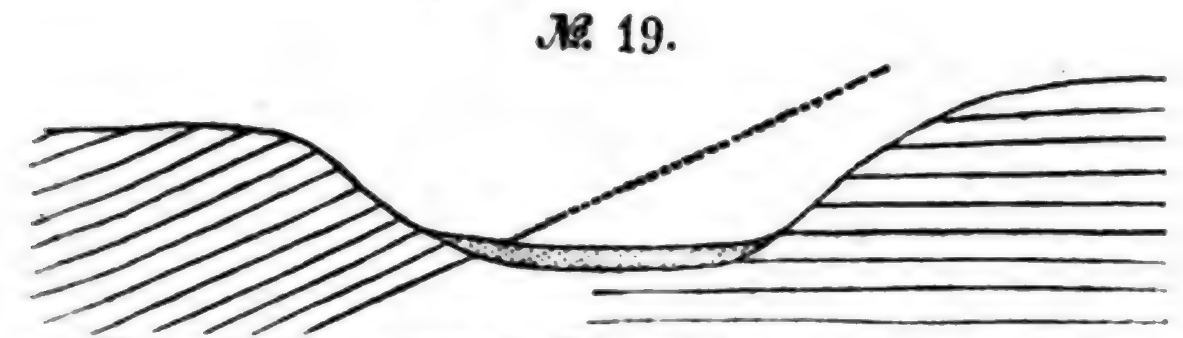


u. s. w.

Wenn in einem Thale die beiden Gehänge aus zweierlei geschichteten Gesteinen bestehen, so wird man oft

aus der Richtung der Schichten schliefsen können, welches von beiden über dem anderen liegt, auch wenn ihre unmittelbare Grenze bedeckt ist. z. B.

№ 19.



Diese Fälle mögen als Beispiele angesehen werden, wie man aus der Richtung der Schichten auf die nicht unmittelbar aufgeschlossene Lagerung zu schliefsen vermag. Aehnliche kommen in der Natur in unzähligen Modificationen vor.

2) *Lagerung der Massen- oder unregelmäfsigen Gesteinskörper.*

(Uebereinanderlagerung, Ineinanderlagerung, Stöcke, Schollen, Bruchstücke.)

So unregelmäfsig als die Form ist auch die Lagerung dieser Gesteinskörper. Im Allgemeinen findet man sie neben-, über- oder ineinander gelagert. Ersteres ist der häufigste Fall, die Grenzen nähern sich dann der senkrechten Richtung. Eigentliche Ueberlagerung auf grofse Ausdehnung kommt bei Massengesteinen nur selten vor; wo sie vorhanden, wird sie oft als eine blose Modification der Nebeneinanderlagerung anzusehen sein. Ziemlich gewöhnliche Erscheinungen sind dagegen die stockförmigen Ein- und die schollenförmigen Ineinanderlagerungen, indem grofse Massen des einen Gesteins von einem anderen zum Theil oder gänzlich umschlossen sind (Granit von Gneifs; Glimmerschiefer von Granit, Porphyr u. s. w.). Sind die rings umschlossenen Körper scharf begrenzt, so hat man sie als grofse Bruchstücke oder Schollen anzusehen, welche auf irgend eine Weise aus ihrem ursprünglichen Zusammenhange gerissen und in ihre jetzige Lage versetzt sind. Diese Art der Erklärung liegt oft so klar vor Augen, dafs sie von keinem Unbefangenen

verkannt werden kann; dann nämlich wenn die Bruchstücke bis zu geringen Gröfsen herab, und vorzugsweise an den Grenzen desjenigen Gesteins sich finden, aus dem sie bestehen. Nehmen sie in diesem Falle so sehr an Menge zu, dafs die umschliefsende Steinmasse nur noch ihr Bindemittel abgiebt, so entsteht daraus eine Breccie, ein Conglomerat (Reibungsbreccie, z. B. Porphyr als Bindemittel von Thonschieferstücken, Basalt als Bindemittel von Sandsteinstücken). Es ist einleuchtend, dafs das Vorhandensein solcher Bruchstücke stets über das Altersverhältnifs der beiden Gesteine entscheidet, denn eingeschlossene Bruchstücke müssen älter (seit länger fest) sein als die umschliefsende Masse, oft aber deuten sie auch sogar den Weg an, welchen die letztere zurückgelegt hat, ehe sie in festen Zustand überging. Man findet z. B. in hochliegenden Basaltkuppen solche Gesteine, die in der ganzen Umgegend nicht an der Gebirgsoberfläche, sondern erst in gewisser Tiefe, unter anderen Gesteinen zu finden sind.

Seltener gehen die eingelagerten Gesteinskörper vollständig in das sie umgebende Gestein über und sind dann vielleicht als gleichzeitige Gebilde, als Ausscheidungen anzusehen.

3) *Lagerung der Gänge.*

Die verwickeltsten aller Lagerungsverhältnisse, zugleich aber auch in mancher Beziehung die geologisch aufschlufsreichsten kommen bei den Gängen vor.

Verhalten der Gänge gegen den Erdkörper.

(Streichen und Fallen.)

Alle Gänge haben häufiger eine aufrechte als eine wenig geneigte oder horizontale Lage. Es ist aber auch natürlich, dafs Zerspaltungen der Erdoberfläche meist nach ihrem Mittelpunkte gerichtet sind. Die Bergleute unterscheiden der Neigung nach:

schwebende Gänge	von	0°	bis	15° Neigung.
flachfallende Gänge	„	15°	„	45° „
tonnlägige Gänge	„	45°	„	75° „
fast u. völlig saigere Gänge	„	75°	„	90° „

und der Richtung ihres Streichens nach:

stehende Gänge,	von St.	12 bis 3	streichend.
Morgengänge, . . „	„	3 — 6	„
Spaatgänge, . . . „	„	6 — 9	„
flache Gänge, . . „	„	9 — 12	„

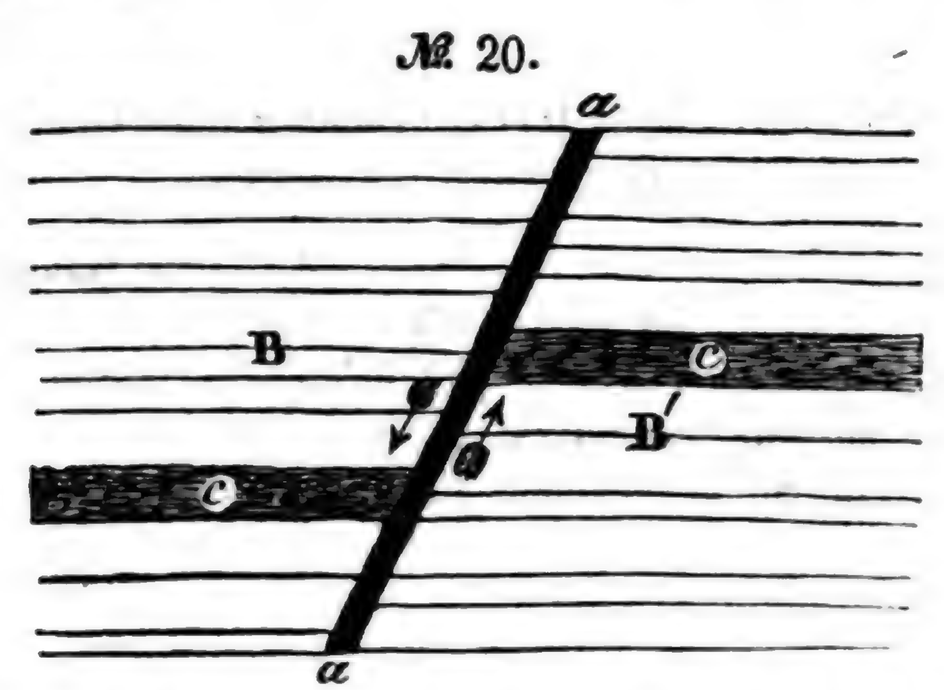
Die Gänge sind häufiger ziemlich gerade als stark gebogen, oft findet man viele Gänge einer Gegend unter einander fast parallel.

Verhalten gegen das Nebengestein.

(Verwerfungen, Reibungsflächen, Ausläufer.)

Da Gänge Ausfüllungen von Spalten sind, so sind sie auch stets jünger als das Nebengestein, welches sie durchsetzen. Bei Entstehung der Gangspalten müssen oft Bewegungen des Nebengesteins erfolgt sein, deren Resultate wir jetzt sehr deutlich als Verschiebungen, Verwerfungen, wahrnehmen. Am schönsten lassen sich diese bei geschichteten Gesteinen beobachten, welche wir deshalb als Beispiel anwenden.

№ 20.



Wenn bei Aufreißung der Gangspalte *a* die eine Seite des Nebengesteins *B* oder *B′* nach der Richtung des darin

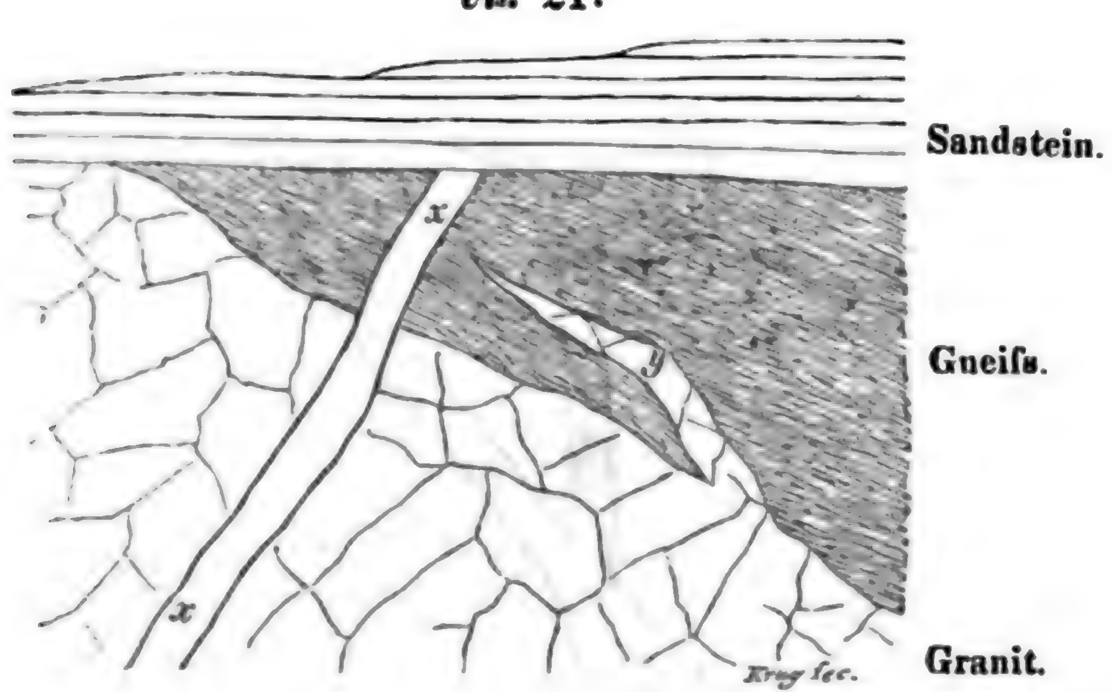
befindlichen Pfeiles bewegt worden ist, während die andere ruhig blieb, so resultirte daraus die № 20. angedeutete Verwerfung aller Schichten, deren Gröfse sich am sichersten durch eine besondere Schicht wie *c* bestimmen läfst, weil man bei ihr am wenigsten in Zweifel über die Identität sein kann. Stellt diese Zeichnung nicht den Grundrifs, sondern den Querschnitt eines solchen Verhältnisses dar, so mufs man annehmen, entweder das Hangende des Ganges *(B)* habe sich gesenkt oder das Liegende *(B')* sei in die Höhe geschoben worden. Merkwürdig ist es, dafs in der Natur nur ausnahmsweise der entgegengesetzte Fall vorkommt, den man durch eine Senkung des Liegenden oder Hebung des Hangenden erklären könnte. Die Gröfse der Verwerfungen ist sehr verschieden und steigt in seltenen Fällen bis zu mehreren Hundert Fufsen an.

Ein anderes Resultat der Bewegung, vermittelt durch vorhergegangene Spaltung, sind die sogenannten Reibungsflächen, Spiegelflächen, Rutschflächen oder Harnische, von der Natur streifig geschliffene oder polirte Gesteinsflächen. Sie scheinen nicht immer durch Reibung beider Gebirgshälften des Nebengesteins aneinander, sondern zuweilen auch durch Reibung des Ganggesteins an seinen Saalbändern bewirkt worden zu sein.

Die Verwerfungen wie die Reibungsflächen können eben sowohl durch blose Klüfte (unausgefüllte Gangspalten) als durch wirkliche Gänge bewirkt werden.

Häufig kommt der Fall vor, dafs ein Gang durch mehrere Gesteine fortsetzt; wird er aber durch ein solches in irgend einer Weise plötzlich abgeschnitten, so hat man die abschneidende Gesteinsart für jünger (später an ihre jetzige Stelle gekommen) als den Gang anzusehen (№ 21.).

№ 21.



Der das Ausgehende des Ganges x bedeckende Sandstein muſs hier nothwendig jünger sein als der Gang.

Gänge sind zuweilen Ausläufer von Massen, z. B. hier oben der Gang y ist ein Ausläufer, eine Verzweigung der Granitmasse in den Gneiſs, woraus zugleich hervorgeht, daſs dieser Granit jünger ist als der Gneiſs.

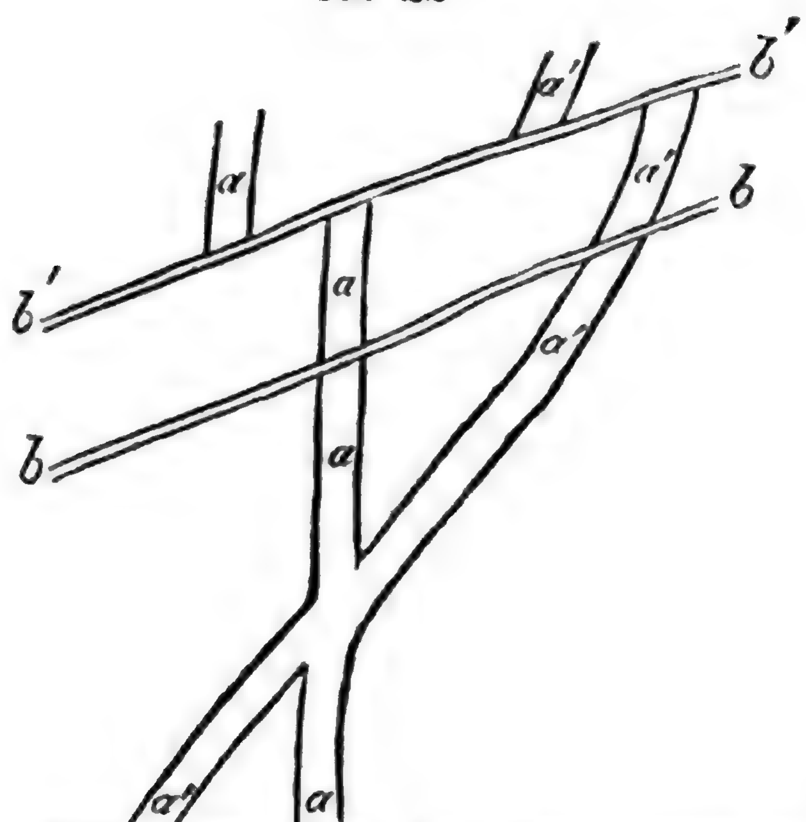
Verhalten der Gänge unter sich.

(Gangzüge, Netzgänge, Kreuzung, Durchsetzung, Verwerfung.)

Wenn viele unter sich ähnliche Gänge in ziemlich paralleler Richtung neben einander fortsetzen und häufig durch gegenseitige Verzweigungen mit einander verbunden sind, so nennt man das ganze System dieser Gänge einen Gangzug (Goſslar am Harz). Sind dagegen viele ähnliche Gänge ohne parallele Richtung zu einem groſsen körperlichen Netzwerke verbunden, so nennt man das Ganze Netzgänge oder Stockwerksgänge (Zinnwald im Erzgebirge).

Gänge durchkreuzen, durchsetzen und verwerfen sich oft gegenseitig,

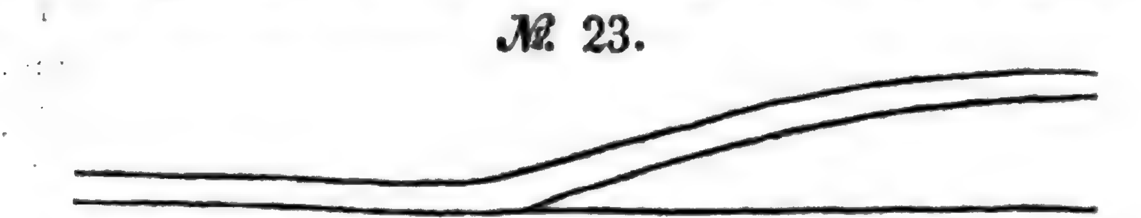
№ 22.



in welchem Falle man stets den durchsetzenden *b*, oder verwerfenden Gang *b'*, für jünger als den durchsetzten oder verworfenen *a* zu halten hat, während hingegen solche Gänge, die sich vereinigen, kreuzen, ohne daſs die Masse des einen von der des anderen abgeschnitten wird, *a* und *a'*, gleichzeitig entstanden sein müssen.

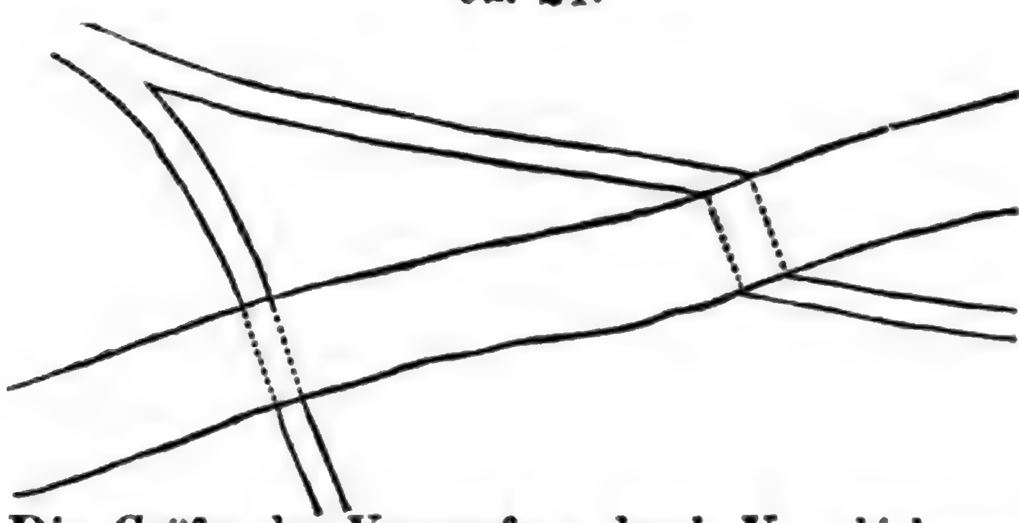
Jede Vereinigung zweier nach verschiedenen Richtungen ausgedehnter Gänge nennt man Kreuzung, die Linie, in welcher sie stattfindet, Kreuzlinie, den Körper der Kreuzung Gangkreuz. Man sagt: Gänge schleppen sich, wenn sie, für gewöhnlich durch Nebengestein getrennt, auf eine gewisse Strecke dicht neben einander verlaufen:

№ 23.



Bei den Kreuzungen, Durchsetzungen und Verwerfungen treten zuweilen sehr complicirte Verhältnisse ein. Verwerfungen können entweder durch Hebungen, Senkungen, seitliche Verschiebungen, oder endlich durch die blose Mächtigkeit des jüngeren Ganges veranlaſst worden sein, letzteres jedoch nur bei schiefwinkeliger, nicht bei rechtwinkeliger Durchschneidung, s. № 24.

№ 24.

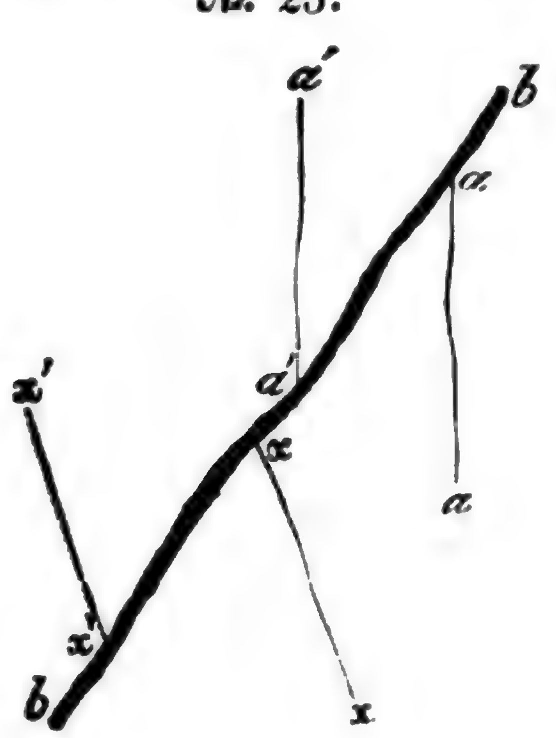


Die Gröſse der Verwerfung durch Verschiebung hängt ab von der Gröſse und Richtung des **Sprunges** (der Bewegung des gesammten Nebengesteines) so wie von der gegenseitigen Lage der Gänge. Von letzterer hängt zugleich ab, ob die Gänge sich im Streichen oder im Fallen verwerfen. Ist die Bewegung parallel der Kreuzlinie erfolgt, so findet keine sichtbare Verwerfung der Gänge statt, und je mehr sie davon abweicht, desto gröſser ist die sichtbare Verwerfung bei gleicher Gröſse des Sprunges.

Für den Bergbaubetrieb ist es oft wichtig, Gröſse und Richtung der Verwerfung eines Ganges durch einen anderen oder eines Lagers durch einen Gang in Voraus zu wissen, und wirklich läſst sich dieselbe in vielen Fällen berechnen.

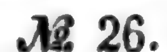
Weiſs man z. B., daſs der Gang *b* den Gang *a* nach der Richtung *a'* um die Gröſse *a a'* verworfen hat,

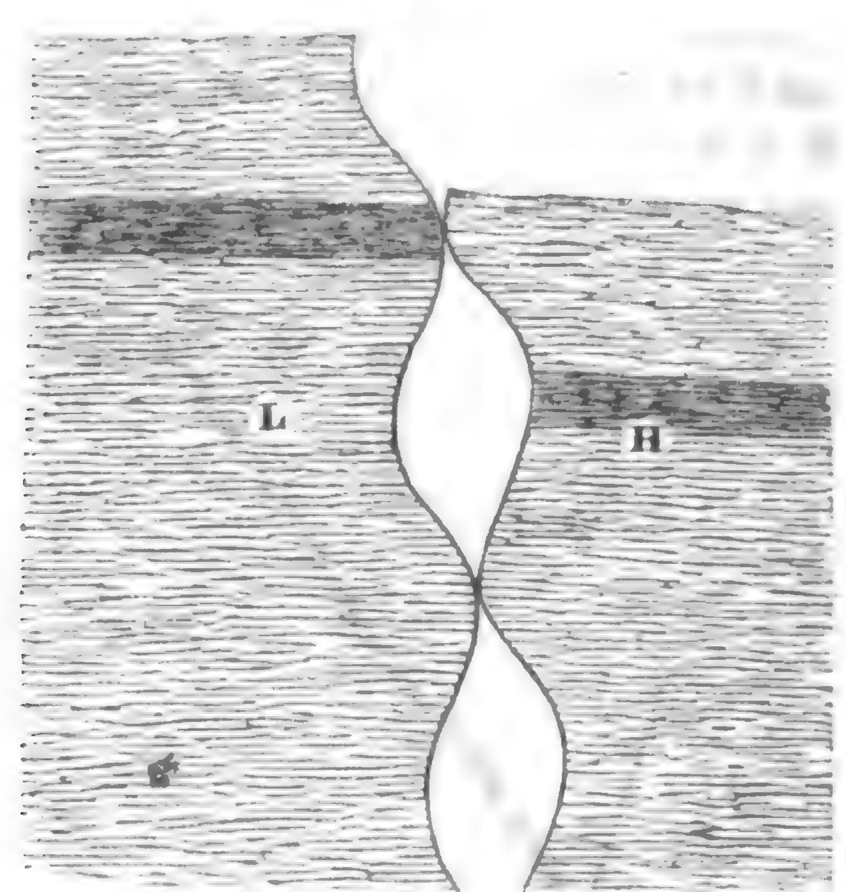
№ 25.



so läfst sich für den Gang x, der ebenfalls von b durchsetzt wird, die Gröfse und Richtung der Verwerfung nach x' bestimmen, ehe man sie wirklich aufgefunden hat. Eine solche Berechnung kann aber natürlich nur dann stattfinden, wenn man die Gröfse und Richtung des Sprunges, welchen ein bestimmter Gang veranlafst hat, durch Beispiele kennt. Im Allgemeinen ist bei Aufsuchung verworfener Gänge oder Lager die Erfahrung zu beachten, dafs die meisten Verwerfungen durch Hebung des Liegenden oder Senkung des Hangenden, selten umgekehrt oder seitlich erfolgt sind.

Die Bewegungen des Hangenden oder Liegenden der Gänge haben nicht nur Veränderungen der Lage ihres Nebengesteins bewirkt, sondern sie haben nothwendig auch einen grofsen Einflufs auf die Gestalt der Gänge selbst ausgeübt. Wenn z. B. das Hangende H einer etwas wellenförmig gebogenen Spalte zufällig gerade um den Halbmesser der Wellen sich senkte, so mufste der Spaltenraum und folglich der Gang eine solche Gestalt erhalten:


№ 26.



Das ist ein extremer Fall, minder auffallende kommen in der Natur häufig vor.

Altersverhältnisse, aus Lagerungsverhältnissen abgeleitet.

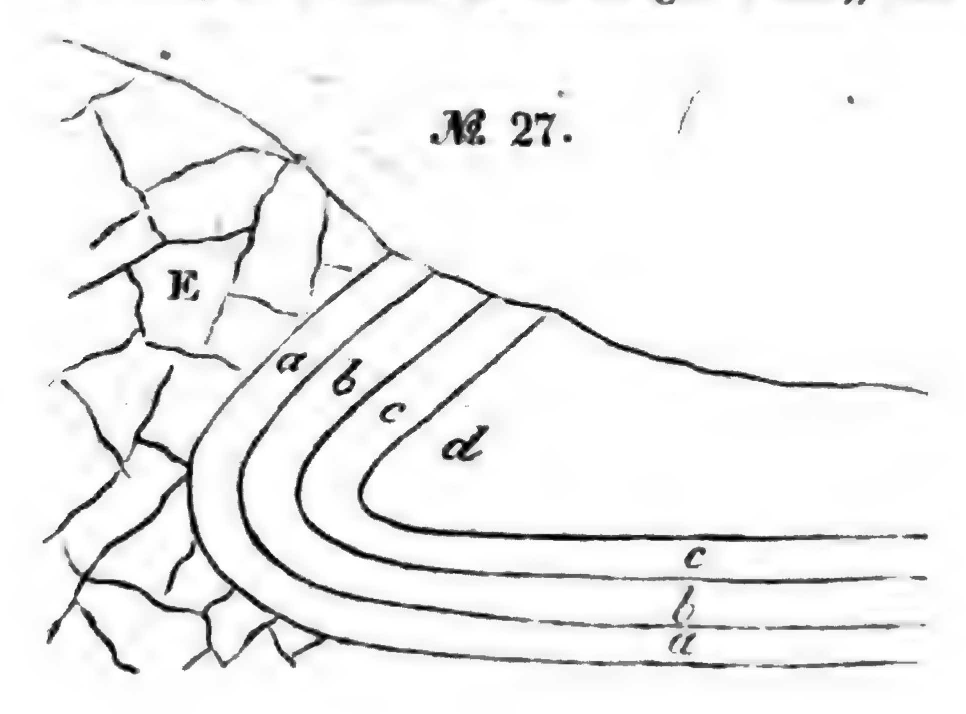
(Relatives Alter, Parallelformationen oder Aequivalente.)

Betrachtungen über Altersverhältnisse gehören zwar mehr der Geologie als Geognosie an, sie sind jedoch unvermeidlich, wenn man die vorhandenen Materialien einigermafsen ordnen will, und sie stören keinesweges die Zuverlässigkeit der Wissenschaft, wenn man nur die entschiedensten Merkmale zum Anhalten nimmt. Es sind nur sehr wenige Kriterien vorhanden, nach welchen man das wirkliche oder absolute Alter einiger Gesteine ungefähr beurtheilen kann, dagegen bietet die Lagerungsweise eine Menge Beziehungen, welche unmittelbar und sicher auf das relative (gegenseitige, beziehungsweise) Altersverhältnifs zweier auf irgend eine Weise verbundener Gesteinsarten schliefsen lassen. Nur mit diesem beschäftigen wir uns hier.

1) Wenn aus Wasser abgesetzte Gesteine schichtweise oder in Schichtensystemen regelmäfsig über einander liegen, so wird in der Regel jede obere Schicht jünger (später entstanden) sein als irgend eine untere.

Ausnahmen können durch sehr krystallinische Absätze in Spalten-, Höhlen- oder Blasenräumen (z. B. in Mandelsteinen) durch spätere gewaltsame Umkehrung des ursprünglichen Verhältnisses (z. B. bei Hohnstein in Sachsen, bei Ilmenau am Thüringer Walde), oder durch

№ 27.



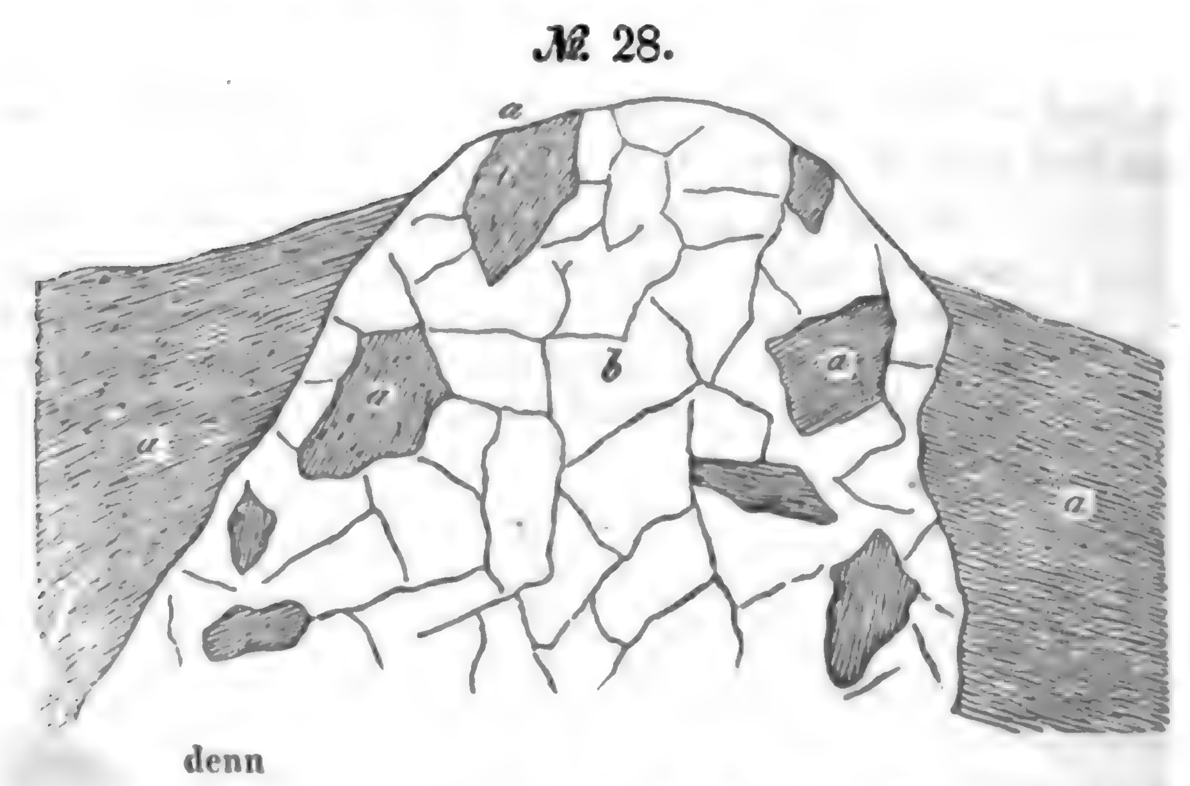
Aushöhlung und Unterlagerung hervorgebracht sein. Diese Ausnahmsfälle finden jedoch nur selten und nie auf grofse Flächenausdehnung statt.

2) Wenn an den Grenzen irgend eines Massengesteines die Schichten eines geschichteten eine auffallend veränderte Lage, steiles Fallen oder zertrümmerten Zustand zeigen, so ist es als höchst wahrscheinlich anzunehmen, dafs das Massengestein seine Stelle später als das geschichtete eingenommen und dabei die ursprüngliche Schichtenlage gestört (perturbirt) hat (vergl. № 27.).

3) Stockförmige Massen eines Gesteins in einem anderen von ziemlich abweichender Gesteinsnatur sind in der Regel in Vergleich zu ihren Umgebungen als jünger anzusehen.

Sehr grofse Bruchstücke (Schollen) können jedoch leicht wie stockförmige Massen erscheinen; diese sind natürlich wie alle Bruchstücke stets älter (seit länger fest) als das sie einschliefsende Gestein,

№ 28.



denn

4) wenn ein Gestein Bruchstücke oder Geschiebe eines anderen benachbarten einschliefst, so ist es stets das jüngere von beiden.

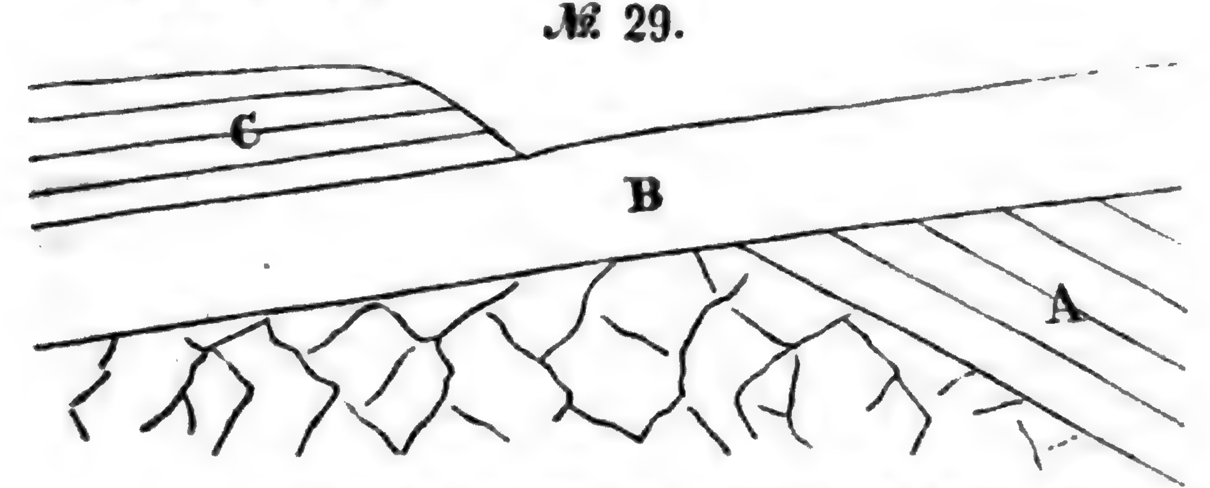
Man darf aber nicht etwa unregelmäfsig gangförmige Gebilde, deren Zusammenhang nicht sogleich übersichtlich erscheint, mit Bruchstücken verwechseln.

5) Gänge sind stets jünger als ihre Nebengesteine, und aus demselben Grunde sind durchsetzte Gänge stets älter als die sie durchsetzenden.

6) Wenn ein und dasselbe Gestein *B* sich auf irgend eine zuverlässige Weise älter erweist als ein anderes Gestein *C*, zugleich aber jünger als ein drittes *A*, welches mit *C* in keiner unmittelbaren Verbindung steht, so mufs auch *C* stets jünger sein als *A*. Mathematisch ausgedrückt:

A ist älter als *B*
B ist älter als *C*, folglich auch
A älter als *C*.

№ 29.



Diese indirecte Altersbestimmung ist besonders häufig bei Gängen und Schichten anwendbar. Stets hat man aber genau zu beobachten, ob das verbindende Gestein *B* wirklich an beiden Beobachtungspunkten identisch ist, da oft eine und dieselbe Gesteinsart von verschiedenem Alter vorkommt.

Einige andere Hülfsmittel zur Bestimmung des relativen Alters sind zu sehr von Uebung und individueller Beurtheilungsgabe abhängig, als dafs sie unter die allgemeinen Regeln aufgenommen werden könnten. Dahin gehören: Gesteinsnatur, chemische Einwirkungen der Gesteine auf einander, Niveauverhältnisse, die allgemeine Lage im Vergleich zu Gebirgen, Analogieen, u. s. w., Bestimmungsgründe, welche zum Theil erst aus den mit Hülfe der sichereren Kennzeichen gemachten Erfahrungen hervor gegangen sind. Ganz auf solchen Erfahrungen beruht die Lehre von der Vertheilung der Versteinerungen, über deren wichtige Anwendung zur Altersbestimmung unten mehr folgt.

Schwieriger als die Altersverschiedenheit ist oft die Gleichzeitigkeit zweier ähnlicher oder gleicher, in getrennten Räumen vorkommender Gesteine nachzuweisen, man kann jedoch ganz gleiche, oder durch wirkliche Uebergänge verbundene Gesteine immer so lange als gleichzeitig ansehen, als noch keine hinreichenden Gründe zu ihrer Trennung aufgefunden worden sind.

Bei den mechanischen Niederschlägen (den geschichteten Gesteinen) tritt jedoch auch der Fall ein, dafs man ganz ungleiche Gesteine als gleichzeitig zu betrachten hat, indem ihre Beschaffenheit stets von den örtlichen Umständen abhängig war, die bei der Entstehung obwalteten. Während an einem Orte feiner Sand zu Sandstein abgesetzt wurde, häuften sich gleichzeitig anderwärts grofse Geschiebe zu Conglomerat an, welches hier vorzugsweise Gneifs, dort Porphyrstücke enthalten kann. An einem vierten Orte endlich kann zu derselben Zeit ein Niederschlag von thonigem Schlamm als Schieferthon oder Thonstein abgesetzt worden sein. Alle diese Verschiedenheiten sind offenbar abhängig von der örtlichen Zusammensetzung und Gestalt desjenigen Theiles der Erdoberfläche, welcher die Materialien zu diesen mechanischen Gebilden lieferte. Solche ungleichartige Schichtensysteme derselben Zeitepoche nennt man Parallelformationen oder Aequivalente, später werden wir sehen, dafs die Versteinerungen das befste und sicherste Mittel zur Bestimmung ihrer Gleichzeitigkeit abgeben; die Lagerung ist hierfür nur selten ganz entscheidend.

Die Lagerungslehre ist ausführlich abgehandelt in Kühn's Geognosie B. II, C. Specielle Arbeiten, namentlich über die Natur und Lagerung der Gänge sind vorzüglich:

Werner — Theorie von der Entstehung der Gänge, 1791.
Schmidt — Theorie der Verschiebungen älterer Gänge, 1810.
Schmidt — Beiträge zur Lehre von den Gängen, 1827.
Zimmermann — über die Wiederausrichtung verworfener Gänge, 1828.
v. Weifsenbach — Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse, 1836.

D.

Versteinerungslehre.

(Paläontologie, Petrefactologie.)

Es bieten sich hier unter andern folgende Fragen zur Beantwortung dar:

Was sind Versteinerungen?
Wo findet man Versteinerungen?
Welche Organismen findet man versteinert?
Wie sind sie gegenseitig und in Beziehung auf die Gesteine vertheilt?

1) *Was sind Versteinerungen?*

(Petrefacten, fossile Organismen, Abdrücke.)

In gewissen Gesteinen findet man häufig Ueberreste oder Spuren organischer Geschöpfe, diese nennt man Versteinerungen, Petrefacten oder fossile (d. h. wörtlich: ausgegrabene) Organismen. Es sind diefs entweder wirklich in Stein umgewandelte, versteinerte Organismen, oder nur von Gestein umschlossene organische Theile, oder endlich Ausgüsse von Abdrücken.

Dasselbe organische Wesen, z. B. ein Baumstamm kann auf diese vier verschiedenen Arten als Versteinerung vorkommen. Im ersteren Falle sind alle seine früher aus Holz (Zellen, Gefäfsen, Saft u. s. w.) bestehenden Theile in Stein verwandelt, im zweiten ist derselbe unverändert, als Holz von Gestein eingeschlossen, im dritten ist seine äufsere Gestalt in Gestein abgedrückt, und im vierten ein solcher Abdruck, nachdem die Holzmasse zerstört war, von Steinmasse ausgefüllt.

Wirklich in Stein umgewandelt finden sich besonders gewisse Pflanzentheile; an ihnen erkennt man häufig noch die feinste innere Structur, nicht nur Jahresringe, Markstrahlen oder auffallende Gefäfsbündel, sondern alle Zellen

und Spiralgefäfse sind, wie es scheint, einzeln in Steinmasse umgewandelt und durch verschiedene Färbung oder Dichtigkeit ihrer Theile kenntlich, so dafs man sie wie bei den lebenden Pflanzen unterscheiden kann. Es sind diefs namentlich Stammtheile von Pflanzen (versteinerte Hölzer, Staarsteine) deren innere Structur durch die Steinmasse so deutlich erhalten worden ist, dafs man dieselbe an papierdünnen Abschnitten unter dem Mikroskop fast besser studiren kann als die der lebenden Pflanzen, da kein ausfliefsender Saft, keine Zerreifsung durch den Schnitt und dergleichen die Beobachtung stört, welche an dem unveränderlichen Exemplare stets wiederholt werden kann.

Die unwandelnde Masse ist hier gewöhnlich Hornstein, Halbopal oder Feuerstein; schon weniger deutlich sind die Umwandelungen in Kalkspath, Thoneisenstein oder Schwefelkies.

Eine Art von Zwischenstufe zwischen wirklich umgewandelten und fast unverändert eingeschlossenen organischen Körpern bilden die Braun- und Steinkohlen. Die innere Structur ist bei ihnen gewöhnlich sehr verwischt, zuweilen aber auch in den dichtesten Abänderungen unter dem Mikroskop noch erkennbar. Ihre Substanz zeigt eine ähnliche chemische Zusammensetzung als die der Pflanzen, aus denen sie entstanden, nur andere Verhältnisse der einzelnen Stoffe und einige neu hinzugetretene. Sie sind deshalb nicht mehr als wirkliche Pflanzenmasse anzusehen, offenbar aber noch immer etwas ihr sehr Aehnliches. Noch pflanzenähnlicher als die Kohle ist das bituminöse Holz.

Fast unverändert von Steinmasse (Kalkstein, Sandstein, Thon, Lehm, Löfs) umschlossen, finden sich Knochen, Muschelschalen, Polypengehäuse (Korallen) und Infusorienpanzer. Zwar sind in der Regel der thierische Leim und die Färbung aus ihnen verschwunden, sie sind calzinirt, mürbe und weifs. Doch ist diese Veränderung so gering, dafs sie zuweilen nur mit einiger Mühe wahrgenommen werden kann.

Ganz unverändert und oft wunderbar vollständig erahlten, sind die von Bernstein umschlossenen Thiere oder

Pflanzentheile (Insecten, Wurzeln und dergleichen). Ein sonderbares Beispiel der erhaltenen Substanz liefert ferner der Tintensack von in Kalkstein eingeschlossenen Sepien (Tintenfische), dessen Inhalt man noch als Farbe benutzen konnte. Die geologische Gesellschaft zu London besitzt z. B. mehrere mit fossiler Sepie getuschte Zeichnungen. Eine ähnliche Erscheinung war auch der in Sibirien eingefroren gefundene vollständige vorweltliche Elephant, dessen Fleisch so gut erhalten war, dafs es die Hunde frafsen.

Als Abdrücke finden sich sowohl pflanzliche als thierische Theile. Blätter, Früchte, Stämme, Korallen, Muscheln, Krebse, Fische, Fährten von Amphibien, Vögeln und Säugethieren. Die äufsere Form des organischen Körpers ist durch Umschliefsung von Steinmasse (Kalkstein, Sandstein, Thonstein, Schieferthon u. s. w.) abgebildet worden, seine Substanz aber ist nicht mehr vorhanden. Eine besondere Art der Abdrücke sind die Steinkerne (Ausgüsse hohler Räume), Abformungen des innern Raumes von Muschelschalen, oder Ausgüsse von Hohlabdrücken. Die letzteren sind ganz besonders häufig, man findet auf diese Weise namentlich Baumstämme, Korallen, Muscheln und Thierfährten. Die Fährten gewöhnlich als Reliefs an der unteren Fläche von Schichten, da die Fufseindrücke auf der Oberfläche eines weichen Bodens erfolgten und dann erst durch eine darüber abgelagerte Schicht erfüllt wurden.

Wo findet man Versteinerungen?

(In geschichteten Gesteinen, unter allen Breiten in jedem bekannten Niveau.)

Nicht alle Gesteine enthalten Versteinerungen, ihr Vorkommen beschränkt sich vielmehr auf eine geringe Zahl derselben, welchen allen in der Regel zugleich Schichtung eigen ist. Nehmen wir mit den meisten Geologen an, dafs einige Gesteine durch Wasser abgelagert, andere durch Erkaltung aus einem heifsflüssigen in den festen Zustand übergegangen sind, so ergiebt sich von selbst, dafs die letzteren keine organischen Reste enthalten können. Die Sonderung in geschichtete (durch successive Aufeinan-

derlagerung entstandene) in massige und in gangförmige Gesteine stimmt hiermit sehr gut überein, denn, wie erwähnt, im Allgemeinen enthalten nur geschichtete Felsarten Versteinerungen, namentlich: Kalkstein, Sandstein, Conglomerat, Schieferthon, Mergel, Grauwackenschiefer, Thon, Lehm u. dergl. Nie findet man in krystallinischen, massigen und Ganggesteinen wie Glimmerschiefer, Gneifs, Granit, Porphyr, Syenit, Grünstein, Basalt, Phonolith, Trachyt, Lava u. s. w. wirklich ihnen angehörige Petrefacten, wenn auch zuweilen organische Reste enthaltende Bruchstücke anderer Gesteine von ihnen umschlossen werden, wodurch der Schein hervorgebracht werden kann, als enthielten sie dieselben. In diesem Falle befinden sich die Versteinerungen nicht auf ursprünglicher, sondern auf secundärer Lagerstätte. In ähnlicher Weise enthalten auch geschichtete Gesteine, jedoch nur selten, Petrefacten, welche eigentlich einem anderen Gesteine (einer älteren Zeit) angehören, indem sie dieselben zum zweiten Male umschlossen haben. Unter den losen Geröllen, welche die Erdoberfläche bedecken, findet man recht häufig Versteinerungen, die nicht der Geröllablagerung, sondern den Gesteinen und ihren Bildungszeiten angehören, von welchen die Gerölle herrühren. Oft bestehen die Versteinerungen aus festerer Substanz als das ursprünglich sie einschliefsende Gestein; wenn dieses dann verwittert, so bleiben sie unversehrt an seiner Oberfläche liegen, während sie früher von den jetzt zerstörten Gesteinstheilen fest umschlossen wurden.

Befinden sich Versteinerungen auf ihrer ursprünglichen Lagerstätte, so liegen sie gewöhnlich nicht ohne Ordnung durcheinander, sondern auf eine Weise vereinigt, aus der man einigermafsen auf die Verhältnisse ihrer Lebensperiode schliefsen kann. Neben Landpflanzen oder Landthieren findet man in der Regel keine Geschöpfe des Meeres, und die Bewohner des flachen Meeresgrundes sind abgesondert von denen der Tiefe. Oft sind gewisse Schichten besonders reich an organischen Resten, während dazwischenliegende kaum Spuren davon enthalten.

Was das Niveau und die klimatischen Verhältnisse

anlangt, unter welchen Versteinerungen gefunden werden, so lassen sich diese durchaus nicht unmittelbar auf eine Norm zurückführen, welche den jetzigen Lebensbedingungen entspräche. Die Reste einer üppigen Landvegetation, Steinkohlen und deutliche Abdrücke succulenter Pflanzen, elephantenähnliche Pflanzenfresser und andere Geschöpfe, entsprechend den Bewohnern der jetzigen Tropen, werden eben sowohl unter dem Boden des Meeres gefunden, als in Höhen und Breiten, wo jetzt der ewige Schnee beginnt, während Gesteine mit Meeresmuscheln

in den Schweizeralpen bis zu 10000′,
in den Anden bis zu 12000′ (nach v. Humboldt, Pöppig und Orbigny),
und im Himalaja bis zu 16000′ (nach Capt. Lloyd)

ansteigen, und ebenso wie die Pflanzen bis zu den höchsten Breitengraden, unter denen sie bekannt sind, z. Theil den Charakter eines warmen Klima's an sich tragen.

Die Geologie wird uns diese scheinbaren Abnormitäten durch vielfach erfolgte Hebungen und Senkungen, sowie durch allmählige Abkühlung der Erdoberfläche erklären.

Welche Organismen findet man versteinert?

Wenn wir die Organismen mustern, von denen bis jetzt versteinerte Ueberreste gefunden worden sind, so ergiebt sich, daſs durch dieselben keineswegs alle Thier- und Pflanzenfamilien der jetzigen Schöpfung repräsentirt, und daſs im Allgemeinen mehr Wasser- als Landgeschöpfe fossil gefunden werden.

Nicht alle Thier- und Pflanzenarten scheinen zur Versteinerung geeignet gewesen zu sein, überhaupt aber finden wir in der Regel nicht etwa ganze Thier- oder Pflanzenindividuen, sondern vielmehr nur einzelne Theile derselben versteinert, und zwar vorzugsweise gewisse härtere, der Fäulniſs oder dem mechanischen Druck einige Zeit widerstehende, z. B. Blätter, Rinden, Holz, harte Früchte, Schalen und Steingehäuse von Infusorien, Zoophyten, Muscheln und krebsartigen Thieren; Knochen, Schuppen, Zähne, Hörner oder Excremente von Fischen, Reptilien, Vögeln und

Säugethieren. Aus diesen einzelnen, oft noch dazu breit gedrückten oder verstümmelten Theilen hat man in der Idee vollständige Individuen zu ergänzen und mit lebenden Geschöpfen zu vergleichen gesucht. Die Ergänzung ist bei vielen Thier- und Pflanzenarten gut gelungen, die specielle Vergleichung dagegen fast stets unausführbar gewesen. Als Resultat aller dieser Forschungen hat sich vielmehr bisher ergeben, dafs die versteinerten Organismen — die Reste belebter Vorwelten — im Allgemeinen zwar nach denselben Naturgesetzen organisirt sind und unsern jetzigen Thieren und Pflanzen vielfach sehr ähneln, bei specieller Vergleichung sich aber doch, mit geringen Ausnahmen, sämmtlich als specifisch verschieden ergeben. Nur einige in den obersten (neuesten) Gebirgsschichten gefundene Arten stimmen mit jetzt lebenden vollkommen überein, alle anderen weichen, wie es scheint, immer mehr von der lebenden Schöpfung ab, in je tieferen (älteren) Schichten sie gefunden werden. Viele dieser als ausgestorben anzusehenden Arten gehören noch lebenden Gattungen an, andere lassen sich an bestehende *Genera* nicht anreihen, und einige sind so abweichend gebaut, dafs man sie nicht einmal einer lebenden natürlichen Familie oder Ordnung beizuzählen vermag. Daraus folgt von selbst, dafs die Petrefactenkunde ein eigenes Studium erfordert; der Botaniker oder der Zoolog, welcher sich bisher nur mit lebenden Geschöpfen beschäftigt hat, ist dadurch noch nicht befähigt, Versteinerungen zu bestimmen, denn diese gehören gewissermafsen einer anderen Welt an, und sie haben deshalb auch meist ganz neue Namen erhalten müssen.

Da, wie wir später sehen werden, die Versteinerungen in denselben Schichten oder Schichtensystemen (Formationen) sich fast überall ziemlich gleich bleiben, in den übereinander liegenden Formationen aber sehr verschieden sind, so ist ihre Kenntnifs ein höchst wichtiges und zugleich das sicherste Hülfsmittel zur Bestimmung der Formationen. Der Geognost kann deshalb nicht ohne einige petrefactologische Kenntnisse bestehen. Wenn er selbstständig arbeiten will, mufs er wenigstens befähigt sein, mit Hülfe von

Büchern die ihm vorkommenden Versteinerungen zu bestimmen. Soviel Zeitaufwand für eine blose Nebenwissenschaft ist allerdings von praktischen Oekonomen, Forstleuten oder Technikern nicht wohl zu verlangen, dessenungeachtet dürfte es für sie wichtig sein, einen Ueberblick der Sache zu erhalten, damit sie den Gegenstand im Allgemeinen kennen lernen, die ihnen vorkommenden Versteinerungen beachten und für sich oder ihre wissenschaftlichen Freunde den möglichsten Nutzen daraus ziehen. Deshalb folgt hier eine Uebersicht derjenigen Pflanzen- und Thierfamilien, welche in der fossilen Schöpfung eine besonders wichtige Rolle spielen. Bei jeder Familie (oder Ordnung) ist eine Anzahl der am häufigsten fossil vorkommenden Gattungen genannt, von denen gewöhnlich ein Theil ganz erloschen ist, während der andere Theil zugleich Arten, die nur fossil, und Arten, die auch lebend existiren, enthält. Diese ganze Zusammenstellung wird sich besonders dann nützlich erweisen, wenn wir bei den einzelnen Formationsschilderungen die charakteristischen Versteinerungen anführen.

Uebersicht

der wichtigsten fossil gefundenen Pflanzengattungen,

nach natürlichen Familien geordnet.

A. Kryptogamische Gewächse.

1) ***Wasseralgen*** — z. B. *Fucoideen* (Tange) und *Conferven*, die fossil gefundenen Arten hat man in folgende künstliche Gattungen gebracht: *Caulerpites*, *Sphaerococcites*, *Halymenites*, *Münsteria*, *Cystoseirites*, *Chondrites* u. s. w., welche Unterscheidungen jedoch nicht hinlänglich begründet sind.

2) ***Flechten*** — in einigen Moosachaten enthalten, gewöhnlich zu unvollständig zur näheren Bestimmung.

3) ***Moose*** — meist noch lebende Arten im Kalktuff und im Torf, z. B. *Sphagnum palustre*.

4) ***Equisetaceen*** (Schachtelhalme) — *a)* als Abdrücke: baumförmig, besonders häufig als *Calamiten*, deren gerippte und gegliederte Stämme sich von den lebenden *Equiseten*

durch den gänzlichen Mangel der Blattscheiden unterscheiden. Sie sind auf die ältesten Formationen beschränkt. Mehr den lebenden ähnlich sind die mit Blattscheiden versehenen *Equisetites*, von denen man auch deutliche Fruchtstände gefunden hat. In mittleren Formationen.

b) Mit erhaltener innerer Structur, welche im Querschnitte radiale Streifung zeigt. Hierher gehört die fossile Gattung *Calamitea*, welche offenbar nichts Anderes als die innere Structur von *Calamites* darstellt, sehr abweichend von der unserer *Equiseten*. In alten Formationen.

5) *Characeen* — man hat fossile Stengel und Früchte (Sporangien) gefunden, welche der lebenden Gattung *Chara* angehören. In sehr neuen Formationen.

6) *Lycopodiaceen* — die fossilen Arten sind meist baumförmig, man hat daraus die, nur fossile Formen umfassende Gattung *Lepidodendron* (Schuppenbaum) gemacht. Die Lepidodendra weichen von den lebenden Lycopodiaceen sehr ab, es sind mit rhomboidalen Schuppen oder Narben bedeckte Baumstämme, die Schuppen oder Narben sind wahrscheinlich Blattansätze. Selten findet man noch Blätter oder zapfenartige Fruchtstände daran, noch seltener ist die innere Structur erhalten. Sie sind auf die ältesten Formationen beschränkt. Den lebenden Lycopodiaceen näher stehende fossile Arten fafst man in der künstlichen Gattung *Lycopodites* zusammen.

7) *Farren* — *a)* Farrenwedelabdrücke, durch ihre Aehnlichkeit mit den lebenden meist leicht als solche zu erkennen. Die bis jetzt untersuchten Arten, welche gröfstentheils alten Formationen angehören, sind sämmtlich ausgestorben und zur leichteren Uebersicht in folgende künstliche Gattungen vereinigt. *Cyclopteris*, *Odontopteris*, *Pecopteris*, *Neuropteris*, *Sphaenopteris*, *Glossopteris*, *Täniopteris*, *Anomopteris*, *Clathropteris*, *Lonchopteris*, *Chiropteris* u. s. w.

b) Farrenstämme als Abdrücke. Hierher gehört namentlich die ausgestorbene Gattung *Sigillaria* (sonst *Rhytidolepis*, *Siryngodendron* u. s. w.), deren Stämme cannelirt und auf der Oberfläche oft mit sehr zierlichen Narben bedeckt sind. Blättert sich die äufsere Kohlenrinde ab, so kommt gewöhnlich ein gestreifter Stamm zum Vorschein. Nur in alten Formationen.

c) Farrenstämme mit erhaltener innerer Structur. Hierher gehören die nur fossilen Gattungen *Tubicaulis* (Röhrenstein), *Psaronius* (Staarstein und Madenstein, von

Brongniart zu den Lycopodiaceen gerechnet) und *Porosus* (Porenstein) sowie *Potopteris Cotteana* (sonst *Lepidodendron punctatum*). Alle diese Gattungen kommen nur in alten Formationen vor.

B. *Phanerogamische Gewächse.*

(8, 9, 10 und 11 Monokotyledonen, 12 Polykotyledonen, 13 Dikotyledonen.)

8) *Cyadeen* — *a)* als Abdrücke kennt man Blätter der nur fossilen Gattungen *Nilsonia*, *Pterophyllum*, *Zamites*, *Cycadites* und der lebenden *Zamia*, so wie

b) schuppige Stämme der fossilen Gattung *Mantellia*, bei welchen auch die innere Structur z. Theil deutlich erhalten ist.

c) Blos innere Structur zeigt die vielleicht hierher gehörige, von allen lebenden sehr abweichende Gattung *Medullosa*, deren Querschnitt in einem doppelten radial gestreiften Kreis besonders figurirte Gefäſsbündel enthält.

9) *Liliaceen* — hierzu gehören die nur fossilen Gattungen *Convallerites* (den Maiblumen ähnlich), *Bucklandia* und *Smilacites*.

10) *Palmen* — *a)* als Abdrücke: Blätter, Früchte und Stämme; hierher gehören die nur fossilen Gattungen *Flabellaria* (Fächerblatt), *Noeggerathia*, *Zeugophillites*, *Phoenicites*, und vielleicht *Lepidofloyos*.

b) Mit deutlicher innerer Structur werden viele Palmenstämme gefunden, welche z. B. den fossilen Geschlechtern *Fasciculites* und *Perfossus* angehören. In neuen Formationen.

11) *Najadeen* — Wasserpflanzen mit ovalrunden bis linearen Blättern, deren Nerven alle gleich, parallel und am Ende convergirend sind. Fossile Geschlechter: *Caulinites*, *Potamophillites*. (In sehr neuen Formationen.)

12) *Coniferen* (Zapfenbäume) — *a)* als Abdrücke: Stämme, Nadelzweige und Zapfen, z. B. den nur fossilen Gattungen *Cupressites*, *Brachyphyllum*, *Voltzia*, *Juniperites*, *Conites* und der lebenden: *Taxodium* angehörend.

b) Mit deutlicher innerer Structur finden sich die sogenannten Holzsteine oder versteinerten Hölzer, welche groſsentheils coniferen Bäumen angehören, z. B. aus den nur fossilen Gattungen *Pinites*, *Peuce*, *Retinodendron*, *Megadendron*.

13) *Dikotyledonen* (meist Laubholzbäume) — *a)* als Abdrücke: undeutliche Stämme und Früchte, aber deutliche Blätter,

welche z. B. der nur fossilen Gattung *Credneria* und vielen lebenden angehören.

b) Mit deutlicher innerer Structur findet man seltener versteinertes Dikotyledonen- als Coniferenholz. Alle bis jetzt bekannten Dikotyledonenreste gehören neuen Formationen an.

Zu abweichend, um sie in lebende Familien einordnen zu können, sind folgende fossile Gattungen:

Sphaenophyllum (Keilblatt) — Stengel einfach, gegliedert, Blätter keilförmig, zu 6 bis 12 in Wirteln stehend.

Annularia (Ringpflanze) — Stengel schlank, Aeste gegenständig, Blätter wirtelständig, einnervig, flach.

Asterophyllites (Sternblätterpflanze) — Aeste des Stengels alle in einer Fläche, Blätter flach, linear, spitz, wirtelständig. (Diese drei Gattungen gehören vielleicht zu den *Najadeen.*)

Stigmaria — succulenter Stamm mit im Quincunx stehenden runden Blattnarben (Warzen), an denen oft noch die einfachen cylindrischen fleischigen Blätter stachelartig ansitzen. (Von Brongniart zu den Lycopodiaceen gerechnet.)

Knorria — succulenter Stamm mit in Spiralen stehenden cylindrischen fleischigen Blättern (oder Stacheln). Wie *Stigmaria* vielleicht zu den Cacteen gehörig.

Endogenides — eine allgemeine Bezeichnung für unbestimmte monokotyledone oder kryptogamische Stammtheile.

Culmites — monokotyledoner, gegliederter oder ästiger, glatter oder unregelmäfsig gestreifter Pflanzenstengel.

Uebersicht
der wichtigsten fossil gefundenen Thiergeschlechter, nach Klassen und Familien zusammengestellt.

(NB. n. f. heifst: nur fossile, f. u. l.: fossile und lebende Arten enthaltend.)

A. Wirbellose Thiere.

I. *Infusorien* — durch Untersuchungen der neuesten Zeit in vielen Gesteinen nachgewiesen. Ehrenberg fand dergleichen z. B. aus den Gattungen n. f. *Actinocyclus, Dictyocha* f. u. l. *Navicula*, *Bacillaria*, *Gaillonella*, *Eunotia*, *Poridinium*, *Xanthidium*.

II. *Polyparien* (*Zoophiten*) — gallertartige Thiere, theils behaart, theils nackt, theils mit festen Polypenstöcken; nur von den letzteren werden die festen Gehäuse (die Korallen oder Polypenstöcke) fossil gefunden.

1) *Netzförmige Polypenstöcke.* Kalkige Polypenstöcke mit incrustirenden oder blätterähnlichen Ausbreitungen. Kleine Zellen bedecken gewöhnlich die Oberfläche netzförmig. Gattungen z. B. f. u. l. *Flustra*, *Cellepora*, *Eschera*, *Retepora*, *Ceriopora*.

2) *Durchbohrte Polypenstöcke.* Kalkartige, feste, innen dichte Polypenstöcke mit ungesternten Zellen. Gattungen z. B. n. f. *Ovulites*, *Lunulites*, *Catenipora* (*Halysites*), *Aulopora* (*Stomatopora*), *Syringopora* (*Harmodytes*), f. u. l. *Orbulites*, *Millepora* u. s. w.

3) *Polypenstöcke mit gesternten Zellen.* N. f. Gattungen, z. B. *Columnaria*, *Cyathophyllum*, *Diplocteniun*, f. u. l. *Sarcinula*, *Caryophyllia*, *Lithodendron*, *Turbinolia*, *Anthophyllum*, *Fungia*, *Agaricia*, *Meandrina*, *Explanaria*, *Astrea*, *Madrepora* u. s. w.

4) *Rinde tragende Polypenstöcke.* Fossil sind fast nur Arten aus der lebenden Gattung *Gorgonia* bekannt.

5) *Schwammartige Polypenstöcke.* Aus einer hornartigen, filzartig in einander verwebte Fasern bildenden und einer gallertartigen Substanz bestehend; die fossilen Reste rühren von ersterer her. Gattungen z. B. n. f. *Siphonia*, *Stromatopora*, *Ventriculites* (*Scyphia* z. Th.), *Myrmecium*, *Cnemidium*, *Coscinopora*, f. u. l. *Achilleum*, *Manon*, *Scyphia* (sonst *Spongia* und *Alcyonium*).

Schwierig einzuordnende nur fossil vorkommende Gattungen sind: *Glauconome*, *Conodyctyum*, *Pleurodyctyum*, *Lomatoceras*, (letzteres: Feilenhorn, auch *Graptolithus* genannt, gehört vielleicht mehr zu den Orthoceratiten; Brongniart rechnet es zu den Pflanzen, als *Fucoides serratus*.)

III. Radiarien (Strahlenthiere) — von einer Axe aus nach fünf oder mehr Seiten gestrahlte Thiere. Nur die mit festen Schalen versehenen Familien kommen fossil vor.

1) *Stylasteriden* (von einigen noch zu den Polyparien gerechnet) — ein gegliederter, walziger oder fünfeckiger durchbohrter Stiel trägt einen gegliederten blumenförmigen Körper. Die Familie ist fast ganz ausgestorben. Sämmtlich n. f. Gattungen sind z. B. *Encrinites*, *Apiocrinites*, *Pentacrinites*, *Poteriocrinites*, *Cyathocrinites*, *Actinocrinites*, *Rhodocrinites*, *Eugeniacrinites*, *Solanocrinites*, *Marsupites*, *Echinosphaerites*.

2) *Stelleriden* (Seesterne) — mit einer warzigen oder stacheligen Hornhaut bedeckt. Gattungen z. B. f. u. l. *Ophiura*, *Asterias* (z. Th. *Pentagonaster* und *Pentaceros*) *Decanemos* (z. Th. *Comatula*).

3) *Echiniden* (Seeigel) — meist kugelartige Schale mit Mund- und Afteröffnung, reihenweise von Löchern durchbohrt (Fühlergänge), zum Theil bedeckt mit Warzen oder Stacheln. Gattungen z. B. n. f. *Galerites, Ananchytes, Nucleolites*, f. u. l. *Scutella, Clypeaster, Echinoneus* (z. Th. *Fibularia*) *Spatangus, Echinus, Cidaris*.

IV. Mollusken (Weichthiere) — schneckenartige Thiere. Nur von den in festen Gehäusen lebenden findet man fossile Reste.

1) *Zweischalige Mollusken* (*Conchifera*, Muscheln). Zwischen zwei festen Schalen lebende Weichthiere. Diese grofse Abtheilung spielt eine besonders wichtige Rolle in der fossilen Welt, wir zerfällen sie deshalb in mehrere Unterabtheilungen.

a) Muscheln mit zwei innern Muskeleindrücken. Die hierher gehörigen Thiere sind meist regelmäfsig und gleichschalig. Gattungen z. B. n. f. *Megalodus, Thetis, Trigonia* (= *Liriodon* und *Myophoria* z. Th., nur eine Art lebend) f. u. l. *Aspergillum, Clavagella, Fistulana, Teredina, Pholas, Solen, Pholadomya, Mya, Lutraria, Crassatella, Erycina, Corbula, Psammotaea, Tellina, Lucina, Donax, Cytherea, Venus, Astarte, Cardita, Cardium, Isocardia, Cucullaea, Arca, Pectunculus, Nucula*, so wie die Süfswassermuscheln *Cyclas, Unio, Anodonta*.

b) Muscheln mit nur einem Muskeleindrucke, welcher meist in der Mitte liegt. Gattungen z. B. n. f. *Inoceramus, Pterinea, Exogyra*, f. u. l. *Modiola, Mytilus, Pinna, Perna, Avicula, Lima, Pecten, Spondylus* (= *Plagiostoma* und *Podopsis*), *Ostrea, Plicatula, Anomia*.

c) Brachiopoden — ungleichklappige aber symmetrische Muscheln, im Innern alle Eingeweide doppelt besitzend, deshalb die Schale oft durch tiefe Falten in zwei gleiche Hälften getheilt. Diese ganze, in der fossilen Welt sehr artenreiche Abtheilung ist in der lebenden Schöpfung nur durch wenige Arten repräsentirt. N. f. Gattungen sind: *Delthyris* (= *Spirifer* und *Orthis*) in den ältesten Formationen, *Calceola* und *Crania* ebenfalls in den ältesten Formationen, *Leptaena* (= *Producta*) vorzüglich im Zechsteine. F. u. l. sind: *Terebratula*, welche Gattung durch alle Formationen reicht, und auch noch ein paar lebende Arten umfafst, so wie *Lingula*. Den Brachiopoden nahe verwandt sind die noch nicht gehörig erkannten

Rudissen, wozu die n. f. Gattungen *Hippurites, Sphaerulites* und *Radiolites* gehören.

2) *Einschalige Mollusken* (Schnecken) — ebenfalls in der fossilen Welt sehr wichtig.

a) *Gasteropoden* (Bauchfüfsler) — mit einer ungewundenen meist schildförmigen Schale, welche am Thiere befestigt ist. Gattungen z. B. f. u. l. *Chiton*, *Patella*, *Fissurella*, *Capulus* (= *Pileopsis*), *Calyptrea*, *Bulla*, *Dentalium*.

b) *Trachelipoden* (Halsfüfsler) — mit gewundenem Schneckenhaus. Geschlechter z. B. n. f. *Cirrus*, *Euomphalus*, *Nerinea*, *Pleurotomaria*, f. u. l. *Natica*, *Trochus*, *Solarium*, *Turbo*, *Turitella*, *Cerithium*, *Pleurotoma*, *Cancellaria*, *Fusus*, *Pyrula*, *Murex*, *Rostellaria*, *Strombus*, *Cassidaria*, *Cassis*, *Buccinum*, *Mitra*, *Voluta*, *Marginella*, *Cypraea*, *Ovula*, ferner Land- und Süfswasserschnecken, *Helix*, *Bulimus*, *Planorbis*, *Lymnaea*, *Melania*, *Paludina*, *Ampullaria*, *Neritina* und *Cerithium* z. Th. Von einigen kommen zuweilen auch Deckel *(Opercula)* fossil vor.

c) *Cephalopoden* (Kopffüfsler) — meist gekammerte, selten einfache Schale, in der Schale ist das Weichthier befestigt, welches dieselbe zum Theil oder ganz umschliefst. Die Cephalopoden sind in der fossilen Welt weit zahl-, arten- und formenreicher als in der lebenden. Sie verdienen deshalb besondere Aufmerksamkeit.

Fossil herrschen die gekammerten, lebend die ungekammerten vor.

A. Mit durch Scheidewände in Kammern getheilter Schale.

a) Mit glatten, ungebuchteten Scheidewänden.

α) Mit gerader Schale.

Orthoceren — eine ausgestorbene nur den ältesten Formationen angehörige Abtheilung. Man hat aufser der Gattung *Orthoceratites* auch die weniger bestimmten: *Conoceras*, *Conularia*, *Actinoceras*.

Belemniten — die kegelförmige gekammerte Schale steckt in einer faserigen Scheide. Ebenfalls eine ausgestorbene, aber nur den mittleren Formationen angehörige Abtheilung.

β) Mit gekrümmter Schale.

Nautilen. Spiralförmig aufgewunden, Nervröhre in der Mitte, wenige Arten der Gattung *Nautilus* lebend, viele fossil. Nahe verwandt sind die nicht recht bestimmten u. f. Gattungen *Lituites*, *Cyrtocera*, *Gyroceratites*, *Clymenia*, und aufserdem *Spirula*, von welcher eine lebende Art bekannt ist.

Rhizopoden. Kleine, z. Th. sogar mikroskopisch kleine Cephalopoden von sehr mannichfaltiger Form. Hierher gehören z. B. die Gattungen n. f. *Virgulina*, *Spirolina*, *Frondicularia*, f. u. l. *Nummulina*, *Siderolithus*, *Valvulina*, *Biloculina*, *Spirocutina*, *Triloculina*, *Quinqueloculina*, *Alveolina*.

b) Mit gegen den Rand gebuchteten (gelappten, lobirten) Scheidewänden. Nervenröhre *(Sypho)* am äußeren Rande.

Ammoneen (Ammonshörner) — eine ganz ausgestorbene Abtheilung. Alle Gattungen n. f. z. B.

Goniatites — Kammerwände am Rande einfach gebuchtet. Nur in den ältesten Formationen.

Ceratites — Kammerwände am Rande wellenförmig gebuchtet und etwas verzahnt. Nur im Muschelkalk.

Ammonites — Kammerwände am Rande vielfach ausgebuchtet, gelappt und verzahnt. L. v. Buch hat folgende wichtige Abtheilungen dieser Gattungen unterschieden: *Arieten*, *Capricorneen*, *Amaltheen*, *Falciferen*, *Planulaten*, *Dorsalen*, *Coronaten*, *Macrocephalen*, *Armaten*, *Dentaten*, *Ornaten*. Von Muschelkalk bis zur Kreide.

Durch die Art der Aufwindung abweichend, übrigens aber ganz hierher gehörig sind:

Ammonoceras, hornförmig gebogene Ammonitenschale.
Hamites, hufeisenförmig gebogene Ammonitenschale.
Scaphites, in zwei Spitzen gebogene Ammonitenschale.
Baculites, gerade, stockförmige Ammonitenschale.
Turrilites, aufsteigend spiralgewundene Ammonitenschale.
Ellipsolites, elliptisch gewundene Ammonitenschale.

Die Gattung *Aptychus* (sonst *Tellinites*) umfaßt vielleicht die Deckel zu Ammonitenschalen.

B) Mit ungekammerter Schale.

Belerophon, n. f., der lebenden Gattung *Argonauta* ähnlich.

Sepien (Tintenfische) — das Weichthier umschließt eine gerade kegelförmige Schale, ähnlich den Belemniten, aber ungekammert. Gattungen n. f. *Belosepia*, *Beloptera* f. u. l. *Loligo*.

Ziemlich unbestimmte Cephalopodenreste sind die *Rhyncholithen*, die Schnäbel oder Kinnladen sepienartiger Thiere.

V. Ringelwürmer (Annelides) — nur die röhrenförmigen Gehäuse einiger hierher gehörigen Thiere werden zuweilen fossil gefunden, z. B. solche aus den f. u. l. Gattungen *Siliquaria* und *Serpula*.

VI. Crustaceen (Krabben) — meist krebsartige Thiere.

1) *Cirrhipeden* (früher zu den Mollusken gerechnet). In einer aus Blättchen zusammengesetzten Schale wohnend. Gattungen z. B. f. u. l. *Coronula* (Wallfischlaus) *Balanus* (Meereigel).

2) *Trilobiten* — eine gänzlich ausgestorbene, auf die ältesten Formationen beschränkte Thierfamilie. Der Körper ist der Länge nach in Kopf, Rumpf und Hinterleib (oder Schwanz) getheilt und zerfällt auch der Quere nach gewöhnlich in drei Abtheilungen. Das ganze Thier zeigt entfernte Aehnlichkeit mit den Kellerasseln, hat aber sicher eine festere Schale gehabt und höchst wahrscheinlich im Meere gelebt. Gattungen n. f. z. B. *Calymene*, *Asaphus*, *Eurypterus*, *Eidotea*, *Trimerus*, *Dipleura*, *Ceraurus*, *Cryptolithus*, *Brongniartia*, *Homalonotus*, *Ogygia*, *Paradoxides*, *Conocephalus*, *Ellipsocephalus*, *Otarion*, *Agnostus*.

3) *Krebse* — Gattungen z. B. n. f. *Pemphix*, *Eryon*, *Mecochirus*, *Glyphea*, f. u. l. *Cancer*, *Gonoplax*, *Leucosia*, *Pagurus*, *Palaemon*, *Limulus*, *Cypris*, *Portunus*.

Auch von Spinnen, Skorpionen, Tausendfüſsen und dergl. sind unbedeutende fossile Reste gefunden worden; mit Ausnahme der Skorpione aber nur in den neuesten Formationen.

VII. Insecten — in älteren Formationen sind nur Spuren von Insectenfraſs an Pflanzenresten gefunden worden. Im Jurakalk sind Insecten schon häufiger; besonders wohlerhalten finden sie sich in der Braunkohle und namentlich im Bernsteine derselben, dessen Arten jedoch von denen der lebenden Schöpfung nur wenig abweichen.

1) *Hemiptera* (Halbflügler, z. B. Wanzen) — Gattungen f. u. l. *Asiraca*, *Cercopis*, *Cicada*, *Cimex*, *Gerris*, *Lygaeus*, *Nepa* u. s. w.

2) *Orthoptera* (Geradflügler, Grillen, Heuschrecken u. s. w.) — Geschlechter z. B. f. u. l. *Blatta*, *Gryllus*, *Gryllotalpa*, *Locustaria*, *Mantis*.

3) *Coleoptera* (Scheidenflügler, Käfer) — Gattungen z. B. f. u. l. *Apate*, *Bostrichus*, *Hilesinus*, *Buprestis*, *Dromius*, *Cerambyx*, *Cassida*, *Coccinella*.

4) *Diptera* (Zweiflügler, Fliegen, Flöhe) — Gattungen z. B. f. u. l. *Asilus*, *Bombylius*, *Dolichopus*, *Empis*, *Leptis*, *Musca*, *Nemotelus*, *Anisopus*, *Dilophus*, *Tipula*, *Pulex*, *Anthrax*, *Tabanus*, *Xylophagus*.

5) ***Hymenoptera*** (Hautflügler, z. B. Wespen, Bienen, Ameisen) — Gattungen z. B. f. u. l. *Trigona*, *Formica*, *Ichneumon*, *Pepsis*, *Tenthredo*.

6) ***Neuroptera*** (Netzflügler, z. B. Libellen) — Gattungen z. B. f. u. l. *Phryganea*, *Semblis*, *Mantispa*, *Hemerobius*, *Myrmecoleon*, *Ephemera*, *Libellula*, *Termes*.

7) ***Lepidoptera*** (Schuppenflügler, Schmetterlinge) — Gattungen z. B. f. u. l. *Bombyx*, *Papilio*, *Sphinx*, *Phalaena*.

Wirbelthiere.

VIII. Fische — die Zahl der fossilen Fisch-Genera und Fischarten ist aufserordentlich grofs, Agassiz hat schon über 800 Arten bestimmt, welche bis auf wenige sämmtlich ausgestorben sind. Die Auffassung der sicheren Charaktere ist jedoch immer noch sehr schwierig, auch sind sie gewöhnlich nur in einzelne Schichten vertheilt, und es findet deshalb die Benutzung der Fischversteinerungen zur Formationbestimmung noch keine so allgemeine Anwendung als die der Mollusken. Einige wichtige Gattungen sind, n. f. *Dipterus*, *Amblypterus*, *Palaeoniscus*, *Platysomus*, *Tetragonolepis*, *Dapedius*, *Semionotus*, *Lepidotus*, *Pholidophorus*, *Notagogus*, *Thrisops*, *Caturus*, *Leptolepis*, *Aspidorhynchus*, *Belonostomus*, *Sphaerodus*, *Gyrodus*, *Microdon*, *Pycnodus*, *Dercetis*, *Hybodus*, *Ptychodus*, *Palaeorhynchum*, *Osmeroides*, f. u. l. *Galeus*, *Lamna*, *Beryx*, *Carcharias* u. s. w. Einzeln gefundene Schuppen und Zähne lassen sich immer noch leichter bestimmen als blose Grätentheile oder gar Excremente *(Koprolithen)* von Fischen.

IX. Reptilien (Amphibien, Lurche).

1) ***Frösche (Batrachii)*** — selten fossil, z. B. in Braunkohle und Bernstein.

2) ***Schlangen (Ophidii)*** — selten fossil, z. B. drei Arten *Coluber*, wovon noch keine genau bestimmt ist.

3) ***Saurier*** — ausgestorbene krokodil- und eidechsenähnliche Thiergattungen, z. B. *Prodosaurus*, *Notosaurus*, *Dracosaurus*, *Plesiosaurus*, *Conchiosaurus*, *Mastodonsaurus*, *Phytosaurus* (vielleicht ein Fisch), *Ichthyosaurus*, *Teleosaurus*, *Gnathosaurus*, *Mystriosaurus*, *Engyomasaurus*, *Cryptosaurus*, *Megalosaurus*, *Rhacheosaurus*, *Pleurosaurus*, *Mosasaurus*, *Hylaeosaurus*, *Basilosaurus*, *Iguanodon*, *Cryptobranchus* (*homo diluvii testis* Scheuchzer's), *Leptocrania*, *Metriorhynchus*, *Poecilopleuron*, *Aelodon*.

Pterodactylus, mit Flügeln, ist die Fledermaus unter den Sauriern, eine Art von Drache.

Auch von lebenden Krokodil- und Eidechsen-Gattungen werden fossile Reste gefunden, sie sind jedoch auf die neuesten Ablagerungen beschränkt.

Die Vorwelt war in einigen Perioden weit reicher an solchen Thieren als die Jetztwelt. Häufig findet man auch Excremente *(Koprolithen)* davon.

4) *Schildkröten* — ziemlich selten fossil. Gattungen f. u. l. *Chlelydra*, *Chelonia*, *Emys*, *Testudo*, *Trionyx*. Unbestimmte fossile Reste sind *Testudinites* genannt worden Man hat auch Fährten von Schildkröten beobachtet.

X. Vögel *(Aves)* — man findet nur sehr selten fossile Reste von Vögeln, wahrscheinlich weil sie allen gewaltsamen Katastrophen der Erdoberfläche leicht entfliehen konnten. Die wenigen bekannten fossilen Vogelknochen aus den neuesten Gesteinschichten gehören fast alle lebenden Gattungen an, z. B. *Vultur*, *Falco*, *Strix*, *Alauda*, *Fringilla*, *Columba*, *Gallus*, *Scolopax*, *Larus*, *Anas*. Geologisch sehr merkwürdig ist die in historischer Zeit ausgestorbene Gattung *Didus (Dudu, Dodo, Dronte)*, welche noch im 17ten Jahrhunderte auf Isle de France gelebt hat. Der Didus gewährt uns ein Beispiel für die übrigen nur fossilen Thier-Genera.

Vogelfährten hat man auch in Sandsteinen älterer Formationen gefunden, z. B. am Connecticutflusse in Nordamerika, von aufserordentlicher Gröfse.

XI. Säugethiere *(Mammalia)* — wirkliche und deutliche Ueberreste kommen nur in den obersten Formationen vor. Noch zweifelhafte Fährten (Fufseindrücke und Reliefs davon) sind auch in tieferen Schichten beobachtet worden, z. B. von *Chirotherium* (Händethier n. f. im bunten Sandsteine). Noch zweifelhafter sind die Kinnladen von *Didelphis* (Beutelthier im Jurakalk). Auch *Koprolithen* davon werden gefunden.

Ich nehme im Folgenden vorzugsweise auf die ausgestorbenen Gattungen Rücksicht und erwähne die noch lebenden nur beiläufig zuweilen mit ihren Trivialnamen.

1) *Cetaceen* (Wale). Fischartige Säugethiere. Eine ausgestorbene Gattung ist *Ziphius*.

2) *Manatis* (z. B. Seekühe) und *Pinipeden* (*Phocen*, Robben, z. B. Seehunde). Von diesen hat man zwar fossile Reste gefunden, bis jetzt aber noch keine, welche einer ausgestorbenen Gattung angehören.

8*

3) **Pachydermen** (Dickhäuter) — ausgestorbene Arten von Pferd, Nashorn, Flufspferd, Schwein, Elephant u. s. w. N. f. Gattungen sind z. B. *Hippotherium*, *Hipparion*, *Elasmotherium*, *Anoptotherium*, *Chalicotherium*, *Palaeotherium*, *Acerotherium*, *Lophiodon*, *Potamohippus*, *Choeropotamus*, *Adapis*, *Anthracotherium*, *Tapiroporcus*, *Dinotherium* (besonders merkwürdig durch die nach unten gebogenen Stofszähne der unteren Kinnlade), *Tetracaulodon*, *Mastodon* (Mammuth, Rieseneleplant).

4) **Edentaten** (zahnlose) — n. f. Gattungen: *Megatherium* (Riesenfaulthier), *Megalonyx*, *Macrotherium*.

5) **Glires** (Nagethiere) — fossile Reste von Mäusen, Hasen, Eichhörnchen u. s. w., n. f. Gattungen: *Toxodon*, *Theridomys*, *Chelodus*, *Trogontherium*, *Chalicomys*, *Palaeomys*, *Dipoides*.

6) **Marsupilien** (Beutelthiere) — fossile Arten lebender Genera. Die Didelphisknochen aus der Juraformation sind, wie erwähnt, noch sehr zweifelhaft.

7) **Carnivoren** (Fleischfresser) — fossile Arten von Katze, Hund, Hyäne, Bär u. s. w. N. f. Gattungen: *Harpagodon*, *Agnotherium*, *Megacrodus*.

8) **Fledermäuse** (*Vespertiliones*, *Chiropteren*) — es sind nur von lebenden Gattungen fossile Arten bekannt.

9) **Affen** (Vierhänder, *Simiae*) — erst in neuester Zeit sind einige fossile Reste lebender Genera aus dieser Familie gefunden worden, nachdem man lange geglaubt hatte, sie fehlten in der fossilen Welt.

10) **Menschen** — es ist noch zweifelhaft, ob Reste von Menschen irgendwo mit ausgestorbenen vorweltlichen Thierarten so zusammen vorkommen, dafs man sicher daraus schliefsen müfste, sie hätten zugleich gelebt. Keinenfalls reichen die Spuren des Menschengeschlechtes tief in die Schichtenreihe hinab, und ausgestorbene Arten sind nicht bekannt. Von Gestein umschlossen findet man Menschenknochen z. B. auf **Grande terre** bei **Guadeloupe**, hie und da auch im Kalktuff. Diese Gesteine entstehen aber vor unseren Augen.

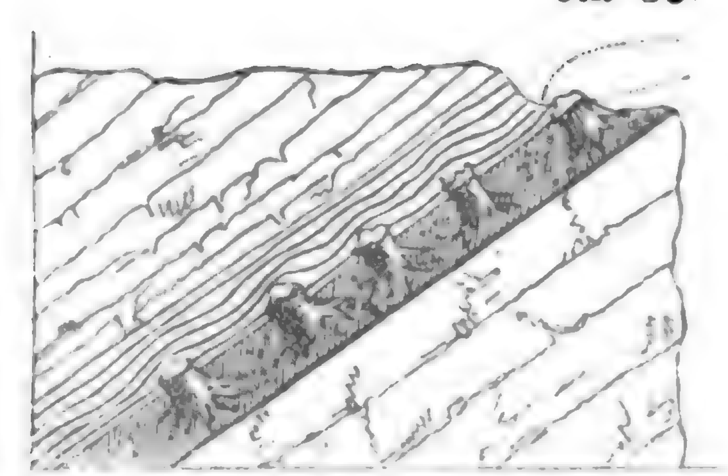
Wie sind die organischen Reste in den Gesteinen vertheilt?

(**Gegenseitige Vertheilung, Vertheilung in Beziehung auf die Gesteinslagerung.**)

Oft können wir aus der Art und Weise des Vorkommens von Versteinerungen schliefsen, dafs sie sich noch an demselben Orte, oder sogar noch in derselben gegenseitigen Stellung befinden, wo und in der sie lebten, während es in anderen Fällen wahrscheinlich ist, dafs sie einen gewissen Weg zurückgelegt haben, z. B. auf dem Boden von Wasserbecken zusammengeschwemmt worden sind, ehe sie vom Gesteine umschlossen wurden.

Findet man nur solche Organismen vereinigt, deren äufsere Lebensbedingungen übereinstimmen, z. B. nur Landbewohner oder nur Wassergeschöpfe; sind die Organismen zugleich bis auf feinere Aufsentheile wohlerhalten und stehen sie nach Zahl und Art ihrer Individuen in solchen Verhältnissen, dafs ein Nebeneinanderleben derselben denkbar ist, so wird man immer anzunehmen haben, dafs die Oertlichkeit des Vorkommens eine ursprüngliche ist. Noch sicherer wird diefs, wenn man z. B. Baumstämme mit ansitzenden Wurzeln in noch aufrechter Stellung entdeckt, oder Korallenriffe von muschelreichem Kalksteine eingeschlossen. Man hat die Oertlichkeit zuweilen auch dann noch eine relativ ursprüngliche zu nennen, wenn auch die einschliefsenden Schichten eine absolute Ortsveränderung erlitten haben sollten. So findet man z. B. unter sich parallele Baumstämme in stark geneigten Schichten rechtwinkelig auf den Schichtflächen und folglich selbst stark geneigt stehend, in welchem Falle diese ihre Neigung nur ein Beweis der späteren Schichtenaufrichtung ist, da man sicher annehmen kann, die Bäume haben ursprünglich senkrecht gestanden. Ein solches Beispiel legt der umstehende Holzschnitt № 30. deutlich vor Augen.

№ 30.



Süfswasserkalkschiefer. Baumstämme in einer schwarzen Bodenschicht.

Portlandstein.

(Eine Kalksteinformation.)

Bei Culworth Cove in Dorsetshire (nach **Buckland**, de la **Beche** und **Lyell**.)

Findet man dagegen Geschöpfe des Festlandes oder Süfswasserbewohner mit solchen des Meeres gemengt, oder liegen überhaupt Reste von Geschöpfen beisammen, die nicht füglich neben einander gelebt haben können, so hat man eine Ortsveränderung dieser Organismen noch vor der Versteinerung anzunehmen, welche gewöhnlich auch durch Beschädigung oder Zerstörung aller feineren Aufsentheile kenntlich wird. Auffallende Beispiele dieser Art liefern nicht nur Ablagerungen in Meeresbecken, welche aufser Wasserbewohnern auch Landgeschöpfe enthalten, sondern ganz besonders auch einige Höhlen, in welchen man zwischen unzähligen Raubthierknochen einzelne Reste von Pflanzenfressern findet, die gewifs nicht in friedlicher Eintracht mit jenen diese Höhlen bewohnt haben werden.

Von besonderem Interesse ist es stets, die fossile Flora oder Fauna irgend einer Gegend zu irgend einer Zeitepoche möglichst vollständig kennen zu lernen; hierbei aber hat man ganz vorzüglich auf die Ursprünglichkeit des Ortes, sowie auf die wahre oder nur scheinbare Gleichzeitigkeit der Organismen Rücksicht zu nehmen. Wir dürfen uns jedoch bei solchen Forschungen nicht abschrecken lassen, wenn wir zwischen den einzelnen Thier- und Pflanzenklassen ganz andere Verhältnisse entdecken als in der lebenden Schöpfung. So sind z. B. unter den zahlreichen baumförmigen Pflanzen der Steinkohlenformation fast blos Kryptogamen, sehr wenig Monokotyledonen und fast gar keine Dikotyledonen zu finden, während in unsern

deutschen Wäldern nur Dikotyledonen und Coniferen-Bäume wachsen, und auch in den tropischen Wäldern Amerikas die monokotyledonen und kryptogamischen Bäume eine untergeordnete Rolle spielen. Eben so befremden mufs es den Uneingeweihten, in den ältesten, von unzähligen niederen Thieren bevölkerten Gesteinsformationen keine Spur von Vögeln oder Säugethieren und nur wenige Ueberreste von Reptilien und Fischen zu bemerken.

Es wurde oben schon erwähnt, dafs die Versteinerungen der einzelnen über einander liegenden Schichten oder Schichtensysteme unter sich verschieden sind. Diefs ist aber nicht nur in sofern der Fall, als etwa in dem einen Bewohner des Landes, in dem anderen Meeresgeschöpfe herrschen, sondern es findet eine durch die Entstehungszeit bedingte, für alle Arten äufserer Umgebung gültige Verschiedenheit statt, d. h., die Pflanzen und Thiere des relativ obersten geschichteten Gesteines sind überall ziemlich verschieden von denen des zunächst darunter folgenden, und in keinem noch tieferen werden dieselben ebenso wiedergefunden. Oft sogar enthalten schon die oberen Schichten desselben Gesteins einige von denen in den unteren Schichten verschiedene Arten, und so ergiebt sich von den obersten zu den untersten Schichten eine fortschreitende Reihe der Formen, indem stets einige alte verschwinden und dafür einige neue, der jetzigen Schöpfung immer mehr entfremdete, auftreten. Die nahe unter einander liegenden Gesteine enthalten immer noch viele gemeinschaftliche Arten, die entfernteren dagegen umschliefsen die Resultate durchaus verschiedener Schöpfungen; dabei ist der Wechsel der Formen in zwei auf einander folgenden Gesteinen in der Regel gröfser als in den auf einander folgenden Schichten desselben Gesteins, und noch gröfser in zwei auf einander folgenden Formationen. Diese Beziehungen lassen sich durch eine Art von allgemeiner Formel bildlich darstellen, wenn man für die verschiedenen Abtheilungen der Organismen verschiedene Buchstaben und für die Schichten-, Gesteins- und Formationsabtheilungen bezeichnende Linien einsetzt.

Es sollen z. B. ausdrücken:

A bis Z noch lebende Geschöpfe,

a bis z ausgestorbene Meeresgeschöpfe, von a nach z zu immer mehr von den lebenden abweichend,

a bis *z* ausgestorbene Landpflanzen und Thiere, auf dieselbe Weise von *a* nach *z* zu immer abweichender von den lebenden,

——— Schichtgrenzen,

━━━ Gesteinsgrenzen,

═══ Formationsgrenzen,

so wird Folgendes eine allgemeine Formel für die Vertheilung der Versteinerungen in den Schichten irgend einer einzelnen Gegend der Erdoberfläche sein:

A bis Z (lebende Schöpfung).

Versteinerungen	
B. E. F. X. Z. a. ***a.***	
X. Y. Z. a. b. c.	
Y. Z. a. b. c. d.	
b. c. d. e.	Meer.
b. c. d. e.	
c. d. e.	
b. c. d.	Land.
b. c. d. e.	
f. g. h. i.	
f. g. h. i.	
f. g. h. i. k.	
h. i. k. l.	
i. k. l.	
i. k. l. m. n.	Meer.
k. l. m. n.	
n. o. p. q.	
o. p. q.	
o. p. q. r.	
f. g. h. i. k. l.	
f. g. h. i. k. l.	Land.
g. h. i. k. l. m.	
s. t. u. v. w.	
t. u. v. w.	Meer.
u. v. w.	
n. o. p. q. r. s. t.	Land.
o. p. q. r. s. t. u. v. w. x. y. z.	
x. y. z.	Meer.

Soll die Formel das Verhalten in den Schichten der gesammten Erdoberflächenkruste zugleich repräsentiren, so müssen die Reihen der Land- und Meeresgeschöpfe neben einander gestellt werden, da nichts dazu berechtigt, die Meeresformationen als Resultate von die ganze Erde gleichzeitig bedeckenden Fluthen anzusehen und folglich neben dem Meere stets auch Land vorhanden gewesen sein dürfte. Es wird die Formel sich dann z. B. so gestalten:

A bis Z.

(Meer.)	(Land.)
B. C. D . . . . a.	E. F . . . . *a*.
a bis d.	*a* bis *f*.
e bis k.	*g* bis *l*.
h bis r.	*i* bis *q*.
o bis z.	*o* bis *z*.

In der Richtung der relativen Tiefe von den jüngeren nach den älteren Formationen findet demnach eine ununterbrochene Aenderung der Natur der Versteinerungen statt, und, was noch besonders merkwürdig ist, die höher organisirten Pflanzen und Thiere nehmen in den tieferen Schichten immer mehr und mehr ab; die untersten enthalten fast nur noch kryptogamische Pflanzen oder Polyparien und Mollusken. In horizontaler Richtung dagegen, an den verschiedensten Puncten der Erdoberfläche, wo Spuren von einerlei Formation gefunden werden, herrscht eine grofse, überraschende Uebereinstimmung des allgemeinen Characters und sogar einiger specieller Formen. Diese Uebereinstimmung scheint immer gröfser zu werden, in je älteren Schichten wir sie aufsuchen. Alles spricht für einst gleichmäfsigere Lebensbedingungen in allen Gegenden der Erde. Riesige Pflanzenfresser und unmittelbare Spuren üppiger Vegetation werden (in Sibirien und Island) unter Breitengraden gefunden, wo jetzt nur eine höchst kümmerliche Vegetation noch gedeiht, nicht geeignet, Herden von Mammuths zu ernähren.

Die Kreideformation enthält von Portugal bis an den Libanon, von Norwegen und England bis an die Nordküsten Afrika's, an allen einzelnen Beobachtungspuncten ähnliche und sogar viele gleiche Meeresmuscheln, und Leopold v. Buch's Untersuchung reichhaltiger, einst durch A. v. Humboldt mitgebrachter Formationssuiten aus Nord- und Südamerika haben gezeigt, dafs auch jenseit des atlantischen Oceans eine unserer europäischen Kreide entsprechende Formation herrscht, welche viele ähnliche und sogar einige ganz gleiche Muscheln enthält wie bei uns. Eben so übereinstimmend scheinen die Pflanzen der Steinkohlenformation in Europa, Amerika, Australien und die Thiere der Grauwacke Europa's und Nordamerika's zu sein. Weitere Untersuchungen entfernter Weltgegenden werden wahrscheinlich die bis jetzt bekannten Beispiele dieser Uebereinstimmung sehr vermehren; so viel ist bereits ausgemacht, dafs eine gleichzeitige Versteinerung der gegenwärtigen lebenden Schöpfung weit mehr geographische Verschiedenheiten der dadurch entstehenden fossilen Organismen bemerken lassen würde, als wir in den tieferen Gesteinschichten zu finden gewohnt sind.

Ein populäres Lehrbuch über Versteinerungskunde ist nicht vorhanden, auch schwerlich zu erwarten, da es die Terminologie und Vorstudien aller drei Naturreiche umfassen müfste. Für Geognosten ein höchst wichtiges, fast unentbehrliches Werk ist Bronn's Lethæa geognostica oder Abbildungen und Beschreibungen der für die Gebirgs-Formationen bezeichnendsten Versteinerungen (Stuttgart, zweite Aufl. 14 Thlr.).

Die wichtigsten Originalbearbeitungen und Combilationen einzelner Zweige der Versteinerungslehre durch deutsche Naturforscher sind ungefähr folgende: (die Titel werden hier nicht vollständig abgedruckt, sondern nur kurz angedeutet.)

Baier — Oryctographia Norika, 1708 u. 1758.

Scheuchzer — Herbarium diluvianum, 1709 u. 1723. Specimen lithographiae, 1732.

Volkmann — Silesia subterranea, 1720.

Behringer — Lithographia Wirceburgensis, 1726. Wunderliche Täuschungen enthaltend.

Schulze — über versteinerte Hölzer, 1754. Ueber Kräuterabdrücke, 1755 u. 1758.

Lehmann — frankenberger Kornähren, 1760.

Walch u. Knorr — Naturgeschichte der Versteinerungen, 1773.

Schröter — lithographische Beschreibung, 1768. Oettinger Fossilien, 1776. Conchylien und Steine, 1782. Steine und Versteinerungen, 1774 u. 1784. Lithologisches Lexikon, 1779 — 1788.

Suckow — Calamitenabdrücke, 1784.

Blumenbach — Specimen Archæologiæ Telluris, 1803.

v. Fichtel u. Moll — Testacea microscopica, 1803.

v. Schlotheim — Flora der Vorwelt, 1804. Petrefactenkunde, 1820. Nachträge zur Petrefactenkunde, 1823.

Rosenmüller — über Höhlenbären, 1804.

Reinecke — über Nautilen, 1818.

Nau — Pflanzenabdrücke von St. Ingbert, 1818 u. 1821.

Nöggerath — über aufrechte Baumstämme, 1819 u. 1821.

Graf Sternberg — Flora der Vorwelt, 1820 — 1838.

Rhode — Beiträge zur Pflanzenkunde der Vorwelt, 1820 — 1824.

v. Martius — de plantis antediluvianis, 1822.

Jaeger — Ichthyosauri, 1824. Pflanzenversteinerungen des Stuttgarter Sandsteines, 1827. Fossile Säugethiere Würtembergs, 1835.

Bronn — System der urweltlichen Conchylien, 1824. System der urweltlichen Pflanzenthiere, 1825. Lethaea, 1838.

De Haan — über Ammoniten, 1825.

Krüger — urweltliche Naturgeschichte, 1825.

Goldfuſs — Abbildungen und Beschreibungen der Petrefacten des Museums der Universität Bonn. Seit 1826.

Sprengel — de Psarolithis, 1828.

Graf zu Münster — über Belemniten, 1830. Fischzähne, 1830. Ueber Planuliten und Goniatiten, 1832.

Berendt — die Insecten im Bernsteine, 1830.

v. Zieten — Versteinerungen Würtembergs, 1830 — 1833.

Germar und Kaulfuſs — Pflanzenabdrücke aus der Steinkohlenformation, 1831.

v. Meyer — Palæologica, 1832. Beiträge zur Petrefactenkunde,

v. Buch — über Ammoniten, 1832. Terebrateln, 1834. Delthyris, 1837. Jura in Deutschland, 1839. Ueber Versteinerungen Amerikas, 1839.

B. Cotta — Dendrolithen, 1832. Thierfährten im bunten Sandsteine, 1839.

Kaup — über fossile Säugethierreste. Seit 1832. Von einem Deutschen, aber französisch geschrieben.

Zenker — Beiträge zur Kenntniſs der Versteinerungen, 1833.

Klöden — Versteinerungen der Mark Brandenburg, 1834.
Sickler — Fährten im Hessberger Sandsteine, 1834. Mit Kessler über denselben Gegenstand, 1836.
Römer — die Versteinerungen des norddeutschen Oolithengebirges, 1835 u. 1836.
Quenstädt — de notis Nautilearum, 1836.
Göppert — die fossilen Farrnkräuter, 1836.
v. Gutbier — Abdrücke und Versteinerungen der Zwickauer Kohlenformation. Seit 1835.
Germar — Insectorum protogææ specimen, 1837.
Beyrich — Beiträge zur Kenntnifs der Versteinerungen des rheinischen Uebergangsgebirges, 1837.
Ehrenberg — über fossile Infusorien in verschiedenen Journalen und zoologischen Werken.
Koch und **Dunker** — Beiträge zur Kenntnifs des norddeutschen Oolithengebirges, 1837.

Nächstens werden erscheinen:

Rofsmäfsler — Beiträge zur Petrefactenkunde.
Geinitz — über die sächsische Kreideformation.

Die meisten dieser Autoren haben aufserdem in den Zeitschriften von v. **Leonhard** u. **Bronn**, **Wiegmann**, **Poggendorff**, sowie in den Verhandlungen verschiedener Akademieen und gelehrten Gesellschaften u. s. w. gewichtige Beiträge zur Petrefactenkunde geliefert.

Unter den ausländischen Autoren über Petrefactenkunde zeichneten sich in neuerer Zeit besonders aus:

Parkinson — Organic Remains, 1804 — 1830.
Sowerby — Mineral conchology of Great Britain. 1812 — 1829.
Brocchi — Conchiologia fossile subapennina, 1814.
de Blainville — über fossile Fische, 1818, übersetzt v. Krüger, 1823. Belemniten, 1827.
Miller — über Encriniten, 1821.
Alex. Brongniart (et **Desmanest**) — Histoire nat. des Crustacés fossiles, 1822. Descr. géologique d. env. d. Paris, 1822. Mémoire sur les terrains du Vicentin, 1823.
Mantell — Geology of Sussex, 1822.
Lamark — Recueil d. planches d. coquilles foss. d. env. d. Paris, 1823.
Cuvier — Recherches sur les ossem. fossiles, 1825.
Deshayes — Descr. d. coquilles foss. des env. d. Paris, 1825. Descr. d. coquilles caractéristiques des terrains, 1831. Traité élémentaire de Conchyologie, 1839.

Nilson — Petrificata suecana (der Kreideformation), 1827.

Ad. Brongniart — Prodrome d'une hist. d. Végét. foss., 1828. Histoire des Végét. fossiles, 1828—1834.

Dalman — über Terebrateln, 1828. Paläoden (Trilobiten), 1828.

Marcel de Serres — Geogn. des terrains tertiaires, 1829.

Voltz — über Belemniten, 1830.

Fischer von Waldheim — Orictographie du Gouvern. de Moscou, 1830. Bibliographia Palæonthologica animalium, 1834.

Pander — Beiträge zur Geognosie des russischen Reichs, 1830.

Hawkins — Memoir of the Ichthyosaurus.

Lindley and Hutton — Fossil Flora of Great-Britain, 1831 — 1834.

Witham (und Nicol) — Observations on fossil Vegetabels, 1831. The internal structure of fossil vegetables, 1833.

Green — über nordamerikanische Trilobiten, 1832.

Agassiz — Poissons fossiles. Seit 1833.

Buckland — Geology and Mineralogy, 1836 u. 1837.

H. Fitton — Strata between the chalk and Oxford oolite, 1836.

Pusch — Polens Paläontologie, 1837.

Hisinger — Lethæa suecica, 1837.

Murchison — The Silurian System, 1837.

Aeltere Autoren des Auslandes waren z.B. Woodward, Morand, Martin, Young, Bird.

Kurze Wiederholung.

Es wird gut sein, die Elemente der Geognosie noch einmal aus allgemeinen Gesichtspuncten zu überblicken und auf gewisse wesentliche Resultate der vorstehenden Darstellung aufmerksam zu machen.

Gesteinslehre. — Die feste Erdkruste besteht aus Gesteinen, diese aber sind theils Anhäufungen eines, theils Gemenge mehrerer Mineralien; in beiden Fällen ist die Zusammensetzung aus individuellen Theilen entweder deutlich oder undeutlich. Es ist verhältnifsmäfsig nur eine sehr kleine Zahl aller bekannten Mineralien, woraus im Wesentlichen sämmtliche Gesteine und folglich die festen Theile der Erde überhaupt zusammengesetzt sind. Quarz, Felsit, Glimmer, Kalkspath, Hornblende, Augit, Gyps, Braunspath, Talk, Eisenerz, Kohlen und Steinsalz sind durchaus die vorherrschenden. Die chemische Analyse derselben lehrt hiernach, dafs Kiesel, Kalk, Thon und Eisen die bei Weitem überwiegenden Bestandtheile der gesammten festen Erdmasse bilden, während Kochsalz, Kali, Kohle, Talk und Mangan verhältnifsmäfsig schon untergeordnete Rollen spielen.

Die Verbindung der Mineralien zu Gesteinen ist weder streng in bestimmte Gesetze eingeengt, noch auch ganz zufällig und gesetzlos. Gewisse Anhäufungen und Gemenge bestimmter Mineralien herrschen vor den übrigen sehr vor und zeigen sich in allen Welttheilen auf ähnliche Weise, ohne im Geringsten von den Erdzonen oder anderen äufseren Beziehungen abhängig zu sein. Dergleichen sind namentlich: Steinsalz, Gyps, Kalkstein, Dolomit, Quarz, Eisenstein, Kohlen, Thonschiefer, Glimmerschiefer, Gneifs, Granit, Syenit, Grünstein, Porphyr, Melaphyr, Basalt, Conglomerat, Sandstein, Mergel, Schieferthon,

Thon. An ihnen wiederholen sich in den entferntesten Ländern sehr viele kleine oft ganz zufällig erscheinende Eigenthümlichkeiten.

Viele Gesteine bilden vollkommene Uebergänge in einander, wodurch ihre Selbstständigkeit in Zweifel gezogen werden könnte, wenn sie sich nicht so oft selbstständig und auf ganz gleiche Weise wiederholten.

Formenlehre. — Die Gesteine tragen fast stets die Spuren einer Volumenverminderung an sich, welche nicht durch eine Zusammenziehung ihrer Masse im Ganzen, sondern durch eine solche einzelner sich in ihr absondernder Theile, zur Ausführung gekommen ist. Dadurch haben denn diese durch Spalten (Absonderungsklüfte) getrennten Theile, entweder ganz regellose oder ziemlich regelmäßsige Gestalten erhalten, welche von den innersten Formen der Textur (des Gefüges) wohl zu unterscheiden sind. Zu den regelmäfsigen Absonderungen gehören Kugelform, Pfeilerform, Plattenform und parallelepipedische Form, die sich zu einander verhalten ungefähr wie Punct, Linie, Fläche, Körper.

Eine besondere Art der plattenförmigen Absonderung bildet die Schichtung, welche ihre Entstehung aus successiver Aufeinanderlagerung ableitet und für geognostische Untersuchungen von ganz besonderer Wichtigkeit ist, da sie zugleich die Art der Entstehung und in der Regel auch die Richtung der gröfsten Verbreitung des Gesteins andeutet.

Alle diese inneren Formen sind keineswegs ganz zufällig bald diesem, bald jenem Gesteine eigen, sondern sie erscheinen zum Theil als recht characteristische Eigenschaften, so z. B. unregelmäfsige Absonderung bei Granit, Syenit, Porphyr, Grünstein, Melaphyr, Trachyt, Serpentin, Pechstein, Gyps, Dolomit, körnigem Kalksteine u. s. w.; Kugelform bei Basalt, Lava, Grünstein u. s. w.; Pfeilerform (Säulen) bei Basalt, Phonolith, Porphyr, Lava u. s. w.; Plattenform (welche nicht Schichtung) bei Basalt, Phonolith, Porphyr, Granit u. s. w.; Schichtung endlich bei Kalkstein, Kohle, Conglomerat, Sandstein, Mergel, Schiefer-

thon, Sand und Gerölle, sowie zum Theil zweifelhaft bei Hornblendeschiefer, Talkschiefer, Chloritschiefer, Thonschiefer, Glimmerschiefer, Gneifs u. s. w.

Von den inneren Formen gingen wir über zu den äufseren, welche mit jenen allerdings in einiger Wechselbeziehung stehen. Die äufseren Formen der Gesteinskörper zerfallen wesentlich in zwei: Platten und Massen, von denen aber die erstere Hauptform je nach ihrer Stellung gegen die umgebenden Gesteine wieder zwei sehr verschiedene Abtheilungen bildet, nämlich: Schichtensysteme und Gänge. Wir haben daher folgende drei Hauptformen der Gesteinskörper und ordnen sie so:

Schichtensysteme, aus Schichten bestehend.

Massen, im Innern unregelmäfsig, kugelförmig, pfeilerförmig oder parallelepipedisch.

Gänge, Spaltenausfüllungen in den vorhergehenden.

Auch die äufseren Formen stehen in Zusammenhang mit dem Wesen und namentlich mit der Entstehungsart der Gesteine. Schichtensysteme bilden sämmtliche geschichtete Gesteine; Massen die ungeschichteten, wie Granit, Porphyr, Basalt u. s. w.; Gänge nicht nur alle diese, sondern auch gewisse zufällige Gemenge aus zum Theil metallhaltigen Mineralien: Kalkspath, Braunspath, Schwerspath, Flufsspath, Quarz, Bleiglanz, Blende, Eisenkies, Kupferkies u. s. w.

Lagerungslehre. — Die drei Hauptformen der Gesteinskörper bedingen natürlich besondere Verhältnisse der gegenseitigen Verbindung. So entsteht bei den Schichtensystemen z. B. gleichförmige oder ungleichförmige Lagerung, je nachdem die Schichten der übereinanderliegenden Systeme einander parallel oder nicht parallel sind. Bei ihnen spielt überhaupt die Schichtung eine wichtige Rolle zur Bestimmung der Lagerung, da man in der Richtung der Schichten in der Regel auch die gröfste Ausdehnung der Schichtensysteme voraussetzen kann.

Die Massengesteine sind ohne bestimmte Regeln neben-, über- oder ineinander gelagert, die Gänge endlich liegen als Ausfüllungen von Spalten zwischen den geschichteten und

Massen-Gesteinen. Bei Aufreifsung ihrer Spalten haben oft Bewegungen des Nebengesteins stattgefunden, deren Resultate Verwerfungen und Reibungsflächen sind. Die Verwerfungen und besonders die gegenseitigen Verwerfungen der Gänge erlauben eine ganz mathematische Betrachtungsweise, da ihre wirkliche oder scheinbare Gröfse überall von der Gröfse der Bewegung, der gegenseitigen Lage und Mächtigkeit der Gangkörper abhängig ist.

Aus den Lagerungsverhältnissen der Gesteine lassen sich einige mehr oder weniger sichere Kriterien über ihr relatives Alter ableiten, z. B.

Obere Schichten sind neuer als untere,

Gesteine, welche die regelmäfsige Schichtung ihrer Nachbarn gestört haben, sind neuer als diese.

Scharf abgesonderte Stöcke in der Mitte von anderen Gesteinen sind in der Regel neuer als diese.

Gesteine, welche Bruchstücke oder Geschiebe einschliefsen, sind jünger als die, von denen die Bruchstücke oder Geschiebe herrühren.

Gänge sind jünger als ihr Nebengestein und jünger als von ihnen durchsetzte Gänge.

Wenn ein Gestein jünger ist als ein zweites und älter als ein drittes, so ist auch das zweite älter als das dritte.

Versteinerungslehre. — Versteinerungen sind Spuren oder Reste von organischen Körpern, eingeschlossen von Gebirgsgesteinen. Es können nun aber entweder die organischen Körper mit wohlerhaltener innerer Structur wirklich in Steinmasse umgewandelt, oder unverändert umschlossen, oder nur abgeformt, abgedrückt sein, und im letzteren Falle kann entweder der Abdruck selbst oder ein Abgufs von ihm vorliegen. Organische Reste finden sich nicht in allen Gesteinen, sondern vorzugsweise nur in den geschichteten. Wenn ungeschichtete dergleichen enthalten, so sind sie gewöhnlich als eingeschlossene Theile (Bruchstücke) älterer Schichtgesteine anzusehen, wie denn auch diese zuweilen Versteinerungen enthalten, die ursprünglich nicht ihnen, sondern einem älteren Gesteine angehören.

Wenn man die Verbreitung der Versteinerungen in Beziehung auf den ganzen Erdkörper beachtet, so kann man geneigt werden, für gewisse vorweltliche Epochen eine viel ausgedehntere Belebung der Erdoberfläche anzunehmen, als zur Zeit stattfindet, denn bis gegen die Pole hin entdeckt man Spuren üppiger Vegetation und Reste grofser Pflanzenfresser. Meeresmuscheln erheben sich 10000 bis 16000 Fufs über den Meeresspiegel, und Zeugen einer reichen Flora liegen tief unter dem Meeresboden. Wirklich scheint einst das Klima auf der ganzen Erde gleichförmiger und wärmer gewesen zu sein als jetzt, so dafs scheinbar tropische Pflanzen in der That unter sehr hohen Breitegraden wachsen konnten. Dagegen ist sicher nicht anzunehmen, dafs Meeresmuscheln 10000 — 16000 Fufs über der jetzigen Meeresfläche, und Landpflanzen unter dem Boden desselben lebten, diese Verhältnisse sind durch Veränderungen der Lage, durch Hebungen und Senkungen zu erklären.

Offenbar sind nicht alle Organismen geeignet gewesen, deutliche fossile Reste zu hinterlassen, sondern nur diejenigen, welche den zerstörenden Kräften einige Zeit zu widerstehen vermochten, ohne ganz entstellt zu werden. Aber auch von diesen sind in der Regel nur einzelne besonders geeignete Theile erhalten, während die gröfsere Masse ihres Körpers verloren ging. Um uns daher eine Idee von der organischen Welt irgend einer geologischen Zeitepoche zu machen, sind nicht nur alle Organismen, welche sich in gleichzeitigen Schichten finden, zusammenzustellen, sondern es sind auch noch zweierlei Ergänzungen nöthig. Erstens hat man aus den Theilen vollständige Individuen herzustellen, und zweitens sind die Lücken zu berücksichtigen, welche für die Gesammtheit dadurch entstehen, dafs ganze Gruppen von Organismen nicht zur Versteinerung geeignet waren, wozu auch noch diejenigen Lücken kommen, welche durch Unvollkommenheit der Beobachtungen entstehen, da man zu keiner Zeit wird annehmen können, die fossilen Organismen irgend einer Formation wirklich schon alle zu kennen.

Die ideale Ergänzung der Theile zu vollständigen Individuen ist in vielen Fällen gut gelungen, und es hat sich dabei ergeben, dafs die meisten versteinerten Organismen nicht mit lebenden übereinstimmen, sondern immer mehr davon abweichen, in je tieferen Schichten sie gefunden werden.

Aus der Art des Zusammenvorkommens von fossilen Organismen läfst sich oft schliefsen, ob sie sich auf ursprünglicher oder auf secundärer Lagerstätte befinden, ihre Ortsveränderung kann aber entweder vor oder nach der Einschliefsung in Gestein erfolgt sein.

Die gegenseitigen Zahlenverhältnisse der einzelnen Thier- und Pflanzenabtheilungen sind in den vorweltlichen Epochen nicht nur scheinbar, sondern wirklich verschieden von denen der Jetztwelt.

Die Versteinerungen der einzelnen über einander liegenden Schichtensysteme sind unter sich verschieden, in den gleichzeitigen Niederschlägen aber sehr ähnlich, und können deshalb sehr gut als Bestimmungsmittel der Altersgleichheit oder Altersverschiedenheit angesehen werden.

Gruppen!

Molasse
Kreide
Jura
Trias
Zechstein
Steinkohlen
Grauwacke
Schiefergesteine
Granite
Grünsteine
Porphyre
Basalte
Vulkanische G.

Diluvialgebilde
Alluvialgebilde
Metaphyr
Erzgänge
Kiesel u. Kalkgänge
Porphyr
Vulkan
Meer

Idreale Darstellung der Lagerung der Gesteinsgruppen.

System

der

Geognosie.

10

III.

System der Geognosie.

(Bau der festen Erdkruste, Neptunisten, Vulkanisten, normale Gesteine, abnorme Gesteine.)

Ein Mensch, der in einer berg- und felsenlosen Ebene aufgewachsen ist, mufs nothwendig erstaunen, wenn er zum ersten Male ein Gebirge vor sich aufragen sieht; ist er aber zugleich ein aufmerksamer Beobachter aller natürlichen Gegenstände, die ihn umgeben, so wird er fast eben so sehr über die abwechselnde Natur und Härte des Innern dieser Berge — der Gesteine — in Verwunderung gerathen, als über ihre äufsere Form. Diese Mannigfaltigkeit des Erdinnern ist von jeher denkenden Männern aufgefallen, man hat sie seit langer Zeit beobachtet, auch wohl zu erklären gesucht, aber erst in sehr neuer Zeit bestimmte Gesetze in der Anordnung der einzelnen Bestandmassen aufgefunden, was mit zum Theil sehr glücklichem Erfolge besonders dem berühmten Werner gelang; durch ihn ging aus dieser Betrachtungsweise die Geognosie zuerst als eine Wissenschaft hervor. Er unterschied lauter in einer bestimmten Reihenfolge über einander liegende Gesteinsformationen, von denen er annahm, dafs sie ursprünglich sämmtlich successiv vom Wasser über einander gelagert seien. Diese Lehre war für einige Zeit die herrschende; es ist die Lehre der sogenannten Neptunisten — das Wernerische System. Später wurde man aber darauf aufmerksam, dafs nur ein Theil der Gesteine in regelmäfsigen Schichten über einander liegt, Versteinerungen enthält und

einem so bestimmten Systeme gehorcht, als Werner für alle entworfen hatte, während ein großer anderer Theil derselben in wenig regelmäßigen Massen und ohne so bestimmte Ordnung über, neben oder in einander lagert und keine Spur organischer Geschöpfe enthält. Diese Beobachtung führte auf die Annahme zweifacher Entstehungsart der Gesteine, indem man beide noch gegenwärtig durch Ablagerungen aus Wasser und durch vulkanische Productionen repräsentirt sieht — Lehre der Vulkanisten. Aber auch abgesehen von dieser geologischen Deutung, ist die Trennung in gesetzmäßig (normal) über einander gelagerte und unregelmäßig (abnorm) über, neben oder in einander liegende Gesteine geognostisch sehr wichtig. Man unterscheidet hiernach

A.
Normale Gesteine,

(geschichtete Gesteine, Flötzgebirge)

welche geschichtet sind, in einer bestimmten Reihenfolge über einander liegen und Versteinerungen enthalten.

B.
Abnorme Gesteine,

(krystallinische Schiefer-, Massen- und Ganggesteine)

welche meist nicht geschichtet sind, in ihrer gegenseitigen Lagerung keinen so einfachen Gesetzen folgen und keine Versteinerungen enthalten, dabei aber gewöhnlich krystallinischerer Natur sind als die ersteren.

Allgemeines Verhalten der normalen und der abnormen Gesteine.

(Geologische Entwickelung der Sache.)

Bestände die Erde nur aus in regelmäßigen Schichten über einander liegenden, aus Wasser abgesetzten Gesteinen,

so würde ihre Oberfläche wahrscheinlich völlig eben und deshalb überall mit Wasser bedeckt sein. Der feste Kern dagegen würde aus lauter concentrischen Schalen an jedem einzelnen Orte horizontal geschichteter Gesteine zusammengesetzt sein und weder innerlich, noch äufserlich viel Abwechselung darbieten. Diese von einer ununterbrochenen ruhigen Ablagerung aus Wasser zu erwartende Beschaffenheit ist aber in der Natur glücklicher Weise nicht vorhanden, sondern gewisse ungeschichtete, mehr oder weniger krystallinische Gesteine — Massengesteine — finden sich unter, zwischen und über den geschichteten, deren ursprüngliche Lage sie offenbar vielfach verändert haben.

Um das ganze Verhältnifs anschaulicher zu machen, wird es gut sein, die allgemeine geologische Deutung desselben hier vorläufig zu entwickeln, geschähe es auch nur, um durch die Darstellung der wahrscheinlichen Entstehungsart die Schilderung des gegenwärtigen Zustandes zu erleichtern.

Man nimmt jetzt ziemlich allgemein an, dafs die ganze Erde sich einst in heifsflüssigem Zustande befunden habe, dafs ihre Oberfläche darauf durch Erkaltung erstarrt und so zur festen Rinde geworden sei, während das eigentliche Erdinnere als noch gegenwärtig heifsflüssig vorausgesetzt wird. Erst auf der erstarrten Kruste, die wahrscheinlich vorzugsweise aus den krystallinischen Schiefergesteinen, Thonschiefer, Glimmerschiefer und Gneifs, bestand, konnte Wasser in tropfbar flüssigem Zustande sich niederschlagen und Gewässer bilden, welche auf das vorhandene feste Gestein chemisch und mechanisch zerstörend einwirkten und die aufgelösten oder mechanisch losgerissenen Theilchen an ruhigen Stellen schichtenweise wieder ablagerte. Diese Ablagerungen dauern fort seit dem ersten Auftreten des Wassers bis jetzt, sind aber in dieser unermefslich langen Zeit vielfach unterbrochen oder von einem Orte zum andern verdrängt worden durch locales Empordrängen der heifsflüssigen Kernmasse, welches entweder nur Aufblähungen — Erhebungen des Landes aus dem Wasser —

oder wirkliches Durchbrechen der Masse veranlafste. Durch beide Wirkungen wurden nothwendig nicht nur die vorhandenen Producte des Wassers, sowie die Schiefergesteine der ersten Erstarrungskruste in ihrer ursprünglichen Stellung sehr verändert, sondern auch der Aufenthalt und die Thätigkeit des Wassers fortwährend von einem Orte zum andern verlegt, wodurch der auf unseren jetzigen Festländern beobachtete Wechsel von Ueberresten grofser Meeres- und Landperioden hinreichend erklärt wird.

Wo die heifsflüssige Masse zum wirklichen Durchbruche kam, da entstanden durch ihre Erstarrung jene krystallinischen Massengesteine, wie Granit, Syenit, Grünstein, Porphyr, Melaphyr, Trachyt, Basalt, Lava u. s. w., und so geht es zu, dafs wir diese auf so mannigfache Weise zwischen die Schiefergesteine und zwischen die geschichteten Bildungen des Wassers, zwischen Kalkstein, Sandstein, Schieferthon, Mergel u. s. w. eingedrungen, unter, über oder zwischen sie gelagert finden.

Mit jenen Bewegungen des heifsflüssigen Erdinnern und dessen gewaltsamen Durchbrüchen durch die, zum Theil durch Erstarrung, zum Theil durch Ablagerung aus Wasser gebildete feste Erdkruste, welche Bewegungen von den heutigen Erdbeben und Vulkanen nur noch in sehr kleinem Mafsstabe repräsentirt werden, waren nicht nur mannigfache mechanische und chemische Einwirkungen und Umwandlungen der vorhandenen Gesteine, sondern zugleich auch diejenigen Modifikationen der Erdoberfläche verbunden, deren endliches Resultat unsere Berge und Gebirge sind, obwohl an ihrer äufseren Abrundung und Durchfurchung von Thälern offenbar auch das Wasser einen bedeutenden Antheil genommen hat. Daher kommt es denn auch, dafs jene krystallinischen Massengesteine im Allgemeinen häufiger in gebirgigen Gegenden gefunden werden als in den Ebenen und grofsen Niederungen, die dagegen sehr oft nur von solchen Gesteinen bedeckt sind, deren Ablagerung wir dem Wasser zuzuschreiben haben, — von sogenannten Flötzgebirgen. Daher kommt es ferner, dafs die geschichteten Gesteine, wenn sie in Gebirgen neben

krystallinischen Massengesteinen auftreten, seltener horizontale als aufgerichtete und mannigfach aus der ursprünglichen Lage gebrachte Schichtung zeigen, während diefs in Ebenen seltener der Fall ist.

Von dieser geologischen Abschweifung zurückkehrend, wollen wir nun zunächst das Wesen und die Reihenfolge der normalen Gesteine näher betrachten, indem wir von den obersten, also neuesten Schichten nach den unteren immer älteren vorschreiten und uns dabei gewisser natürlicher Abtheilungen, Formationen, Gruppen u. s. w. bedienen.

A.

Normale Gesteine.

(Geschichtete Gesteine, Flötzgebirge im weitesten Sinne.)

Die sorgfältigste Untersuchung der geschichteten Gesteine hat gezeigt, dafs ihre einzelnen Glieder und Schichten in einer bestimmten Reihenfolge auf einander liegen, welche wenigstens in dem mittleren Europa (nur dieses kennt man bis jetzt ziemlich vollständig) überall dieselbe ist. Zwar sind keineswegs in jeder Gegend alle die Schichten und Gesteine vorhanden, welche man nach und nach an verschiedenen Orten kennen lernte; wo aber auch nur zwei oder drei derselben gefunden werden und sich bestimmt wiedererkennen lassen, da liegen sie sicher in derselben Ordnung auf einander, wie da, wo man sie anderwärts beobachtet hat. Bezeichnen wir z. B. 24 einzelne Schichten oder Schichtencomplexe, die sich durch bestimmte Kennzeichen von einander unterscheiden lassen, durch die Buchstaben des Alphabets in der Weise, dafs die Schicht *a* von oben herein den Anfang macht, so findet man da, wo die ursprüngliche Lagerung nicht umgeworfen ist, niemals eine Abweichung von dieser an einem Orte bestimmten Ordnung des Alphabetes der Schichten, wenn auch vielleicht vielfach Lücken darin eintreten, d. h. man wird nie z. B. die Schicht *o* über der Schicht *m*, oder *p* über *o* lie-

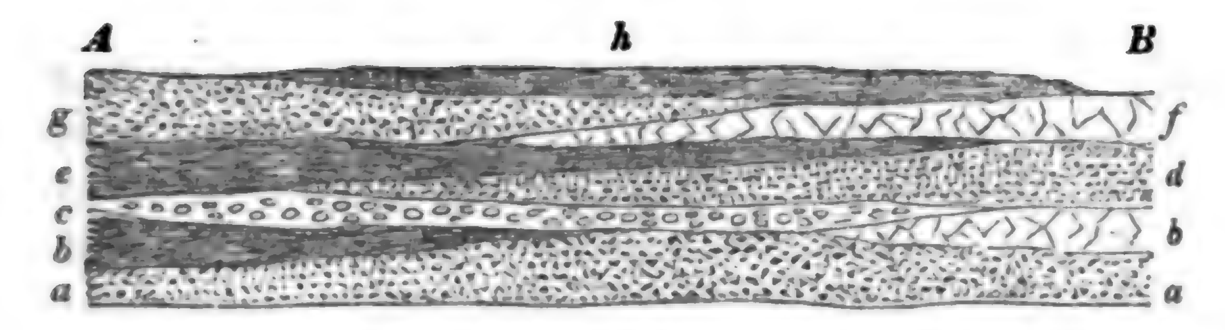
gen sehen, obwohl es oft vorkommen mag, dafs *m* unmittelbar auf *o*, *a* unmittelbar auf *v* oder *z* liegt, während alle dazwischen gehörige Glieder fehlen. Ueberhaupt aber sind in manchen Gegenden Deutschlands, namentlich in einigen Gebirgstheilen, gar keine Flötzgebirge vorhanden, die abnormen Gesteine sind dann unbedeckt.

Der Anfänger wird hier fragen: woran soll ich alle diese einzelnen Schichtencomplexe überall mit solcher Bestimmtheit wiedererkennen und ihre Stelle in der allgemeinen Reihenfolge bestimmen, wenn diese Reihenfolge nicht überall vollständig, sondern meist nur sehr lückenhaft vorhanden ist? und das wird ihm um so schwerer erscheinen, wenn er erfährt, dafs das Material, woraus dieselben bestehen, gar nicht sehr mannigfaltig ist, und dafs mithin viele derselben mineralogisch wirklich nicht von einander zu unterscheiden sind, andere dagegen in verschiedenen Gegenden ihren Bestand verändern und sich zuweilen kaum noch ähnlich sehen (Parallelformationen).

Conglomerat, Sandstein, Kalkstein, Mergel und Schieferthon sind die vielfach sich wiederholenden Hauptbestandmassen der meisten dieser Schichten; Dolomit, Steinsalz, Gyps, Eisenstein, Hornstein, Thonstein, Steinkohle und Braunkohle sind schon seltnere Erscheinungen.

Die vielfache Wiederholung dieser Gesteine in vertikaler und das häufige Auskeilen ihrer Schichten in horizontaler Richtung wirken noch besonders erschwerend, denn durch den letzteren Umstand wird es z. B. möglich, dafs eine und dieselbe Formation an zwei entfernten Orten (*A* und *B*) aus ganz verschiedenen Schichten besteht wie das hier unter № 31. bildlich dargestellt ist.

№ 31.



In der That ist die sichere Wiedererkennung der Schichten und Schichtencomplexe — die Bestimmung der Formationen — in manchen Fällen eine der schwierigsten Aufgaben der Geognosie; zum Glück sind jedoch für die meisten Fälle gewöhnlich einige untrügliche Merkmale und mehre zufällige Umstände vorhanden, welche diese Bestimmung sehr erleichtern. Jene untrüglichen Merkmale sind die Versteinerungen. Ehe man ihren Werth in dieser Beziehung erkannt hatte, mufste man sich auf gewisse mehr zufällige Eigenthümlichkeiten, namentlich auf Bestand, Farbe, Zustand und Art des Wechsels der einzelnen Schichten verlassen, wobei allerdings einige besonders in die Augen fallende Eigenthümlichkeiten gewisser Gesteinschichten sehr zu Statten kamen. Gewisse Schichtencomplexe sind nämlich immer leicht wiederzuerkennen, da ihre Gesteine in der allgemeinen Schichtfolge nur einmal vorkommen, sich nicht wiederholen, z. B. Kreide und Kupferschiefer. Dennoch kann auch bei ihnen der Bestand der Formation sich in horizontaler Richtung wesentlich ändern, so dafs in sehr entfernten Gegenden die Gesteine der Kreide- oder der Kupferschieferformation sich kaum noch ähnlich sind.

Wo man so leicht kenntliche Dinge vorfand, da konnte man oft aus der relativen Lagerung derselben auf die Zugehörigkeit anderer schliefsen. Diefs war auch bei weniger ausgezeichneten Gliedern (Glieder sind Theile einer Formation) in dem Falle möglich, wenn man Beobachtungen in kurzen Strecken zu wiederholen Gelegenheit hatte und ihre Stellung zu den übrigen, so zu sagen, nie-

mals aus den Augen verlor. Dessenungeachtet wurden durch die Aehnlichkeit anderer Gesteine häufig Irrthümer veranlafst, und namentlich wurden die Kalksteine und auch die Sandsteine der einzelnen Formationen vielfach mit einander verwechselt. Diesem Uebelstande ist gegenwärtig für die meisten Fälle durch die Lehre von den Versteinerungen und ihrer Vertheilung abgeholfen, denn, wie schon erwähnt, sind diese Ueberreste früherer organischer Schöpfungen in den einzelnen Schichtencomplexen von einander verschieden, ihr organischer Charakter ändert sich progressiv, in je tieferen Schichten man sie aufsucht, und sie können da, wo sie wohlerhalten vorhanden sind, als völlig sichere Kriterien der Unterscheidung oder Vergleichung einzelner Formationen angesehen werden, da ihr Wesen offenbar nicht von zufälligen Umständen, sondern durchaus von den physikalischen Verhältnissen der einzelnen Erdbildungsepochen abhängig ist. Die Versteinerungen sind sonach die sichersten Hülfsmittel zur Bestimmung der Formationen. Man kann behaupten, sie sind zuweilen die einzig sicheren, da selbst die relative Lagerung der Schichten durch gewaltige Naturereignisse in Unordnung gebracht sein kann und, wie wir später sehen werden, in einzelnen Fällen wirklich so gestört ist, dafs nur die Versteinerungen über den ursprünglichen Zustand Aufschlufs zu geben vermögen.

Die Schichtung und Lagerung, die Art der Zusammensetzung, die Art des Vorkommens von versteinerten Thieren und Pflanzen und viele andere Umstände beweisen mit vollkommener Sicherheit, dafs die hier in Rede stehenden normalen Gesteinmassen durch Wasser abgesetzt sind, auf eine ähnliche Weise, wie noch jetzt das Meer, grofse Landseen oder Flüsse in gewissen Gegenden ähnliche mineralische Ablagerungen bilden. Bei solcher Entstehung mufs nun aber nothwendig jede obere Schicht später gebildet sein als die darunter liegende. Zugleich sind viele Umstände vorhanden, welche darauf hindeuten, dafs nicht alle Schichten in einer ununterbrochenen Reihenfolge hinter einander gebildet worden, sondern dafs gewisse Pe-

rioden eingetreten sind, in welchen die Schichtenablagerung theils örtlich, theils über grofse Erdtheile hinweg unterbrochen, oder in ihrem Wesen sehr verändert worden ist, und wieder andere Perioden, in welchen sie an gewissen Orten besonders lebhaft von Statten ging. Häufig findet man sogar zwischen zwei beträchtlichen Schichtencomplexen, welche Reste von Meeresthieren als Versteinerungen umschliefsen, einzelne Schichten oder Schichtencomplexe mit Thieren oder Pflanzen des Festlandes.

Alle diese Merkmale, sowie die verschiedenartige Gesteinsnatur der über einander folgenden Schichten werden angewendet, um die grofse Reihe derselben in gewisse Abtheilungen zu bringen, welche man Schichtencomplexe oder Glieder, Formationen und Gruppen nennt.

Schichtencomplex oder Formationsglied.

Darunter verstehen wir die unmittelbar auf einander liegenden Schichten eines Gesteines, welche höchstens durch dünne Lagen sehr verwandter Gesteine unterbrochen werden, z. B. Kalkstein durch Mergel, Sandstein durch sandigen Schieferthon.

Formation.

(Flötzformation, Meeres-, Land-, Süfswasserformation, Parallelformation, Aequivalent.)

Formation heifst Bildung, Flötz etwas durch Wasser Zusammengeschwemmtes, Geflöfstes; Flötzformation daher eine zusammengeschwemmte Bildung. Wir brauchen den Ausdruck Formation hier stets als Bezeichnung für gewisse natürliche Abtheilungen solcher Flötzbildungen und rechnen zu einer Formation alle die Schichten, welche sich durch eine vorherrschende ähnliche Natur oder durch ihr gewöhnliches Zusammenvorkommen auszeichnen, ohne dafs sie alle aus demselben oder ähnlichem Gesteine bestehen müfsten, und von denen sich ferner voraussetzen läfst, dafs sie unter ziemlich gleichen äufseren Umständen in ununter-

brochener Reihe über einander gelagert sind. Der letztere Umstand wird am befsten durch die Lagerungsverhältnisse und Versteinerungen erkannt.

Es ist denkbar und wahrscheinlich oft der Fall, dafs die Schichten einer Zeitepoche an einem Orte Reste von Bewohnern des Meeres und an einem andern solche des Festlandes, oder der Landgewässer enthalten; darnach unterscheidet man Meeresformationen und Land- oder Süfswasserformationen. Wir brauchen nur anzunehmen, dafs irgend eine Gesteinschicht unsere jetzige gesammte Erdoberfläche überall gleichzeitig bedecke, so würde diese eine Schicht die Reste aller dieser verschiedenen Geschöpfe einschliefsen. So zusammenhängende gleichzeitige Schichtenbildungen haben jedoch nie stattgefunden. Im Meere und in den Landseen lagerten sich getrennte Gruppen ab, welche wir wegen ihrer grofsen Verschiedenheit auch als getrennte Formationen betrachten, obwohl sie oft gleichzeitig entstanden sein werden; läfst sich diese Gleichzeitigkeit deutlich erkennen, so nennt man sie Parallelformationen oder Aequivalente. Das jedesmalige Land endlich konnte nur nach besonderen Ereignissen (Senkungen, Ueberfluthungen u. dergl.) mit beträchtlichen Schichtenablagerungen bedeckt werden. Die Dauer seines Bestehens als Land wird deshalb zuweilen kenntlich sein durch den Mangel der Schichten und Formationen gewisser Zeitepochen, welche anderwärts vorhanden sind, sowie die Verbreitung der mit Meeresthieren erfüllten Schichten die ungefähre Ausdehnung des Meeres während ihrer Bildungsepoche andeuten wird. Da jedoch das Meer nicht überall gleichzeitig Absätze bildet, noch je gebildet hat, so wird auch die durch die Meeresformationen gelieferte Idee von der periodischen Meeresausdehnung keine vollständige sein, eben so wenig als alle jedesmaligen Festlandtheile durch Ueberreste von Landbewohnern bezeichnet sein werden. Sehr begreiflich ist es übrigens, warum die Mächtigkeit der Formationen mit Landbewohnern verhältnifsmäfsig nur gering ist, da ihre Umschliefsung durch Ueberfluthung gewöhnlich mit

Vernichtung ihrer Lebensbedingungen verbunden war; oft erfolgte sie durch denselben Act, welcher das Land in Meer verwandelte. Das ist nicht so der Fall bei Ablagerung der Schichten, welche Ueberreste von Meeresbewohnern einschliefsen; in ihnen finden sich oft viele hinter einander lebende Generationen einer langen Periode begraben, da die Lebensbedingungen durch die Schichtenablagerung nicht nothwendig unterbrochen wurden. Manche Anhäufungen von Landpflanzen können allerdings in das Meer geschwemmt und dort zwischen Meeresmuscheln abgelagert sein, in den meisten Fällen sind sie jedoch an Ort und Stelle, wo sie wuchsen, auch umschlossen worden, was aus besonderen Umständen (vergl. S. 117) hier und da sicher hervorgeht.

Vereinzelte Landproducte werden ziemlich häufig von den Flüssen in das Meer geführt, und dadurch sind zuweilen wahre Mischungen von Land- und Meeresgeschöpfen in denselben Schichten entstanden, welche jedoch stets nur auf Deltabildungen, Küstenablagerungen oder Meerbusenerfüllungen sich beschränken.

Es ergiebt sich aus diesen, mehr geologischen als geognostischen Erörterungen, dafs der Begriff von Formation nicht mathematisch genau bestimmt werden kann und dafs die Abgränzung der einzelnen Meeres-, Land- und Süfswasser-Formationen mehr oder weniger individueller Beurtheilung überlassen bleiben mufs. Indessen ist doch eine grofse Anzahl besonders kenntlicher und auffallender Abschnitte in der allgemeinen Schichtenreihe vorhanden, die von allen Geognosten als solche betrachtet werden.

Ein nicht unwichtiges Resultat des Studiums der Formationen ist es, dafs dieselben um so gleichförmiger über grofse Länderflächen verbreitet sind, einer je älteren Periode sie angehören. Diese Zunahme der Gleichförmigkeit nach unten entspricht ganz der zunehmenden Uebereinstimmung der Versteinerungen; die ältesten Formationen

sehen sich über grofse Länderstrecken sehr ähnlich, noch die Kreide zeigt sich als ein weitverbreiteter gleichförmiger Niederschlag, während die darüber liegenden Glieder der Molassegruppe schon mehr die Producte lokaler Ablagerungen in weniger ausgedehnten Meeresbecken und Landseen zu sein scheinen.

Benennung der Formationen.

Man hat jeder Formation einen besonderen Namen gegeben, den man nach irgend einer hervorstechenden Eigenthümlichkeit wählte, z. B. nach dem vorherrschendsten, auffallendsten, oder dem technisch anwendbarsten Gesteine, nach irgend einer wichtigen Oertlichkeit oder nach gewissen Versteinerungen, die sie enthält. Fast am befsten haben sich jedoch die Namen bewährt, die von Provinzialbenennungen irgend eines auffallenden Gesteines entlehnt waren, (Grauwacke, Zechstein, Keuper, Lyas und Pläner) da sie durch ihre anscheinende Bedeutungslosigkeit von den Fortschritten der Wissenschaft unabhängig sind und leicht in jeder Sprache als neue Wörter angenommen werden können. Sehr schwankend sind die Benennungen der Formationen, wie der Gesteine, nach vorherrschenden Farben, da diese durchaus nicht in allen Gegenden gleich bleiben. Kein Formationsname, möge er gebildet sein, wie er wolle, kann zugleich eine mineralogische Beziehung für alle einzelnen Schichten andeuten. Die Muschelkalkformation enthält z. B. eine Menge Kalkschichten ohne Muscheln, ja sogar einzelne Schichten, welche nicht einmal Kalksteine sind, Dolomit, Gyps, Steinsalz, Thon u. s. w. Dagegen kommen in anderen Formationen oft sehr muschelreiche Kalksteine vor, welche nicht Muschelkalk genannt werden dürfen, um keine Verwechselung mit dem Formationsnamen zu veranlassen. Die Quadersandsteinformation besteht keineswegs in allen ihren Gliedern aus quaderförmig abgesondertem Sandsteine, es kommen auch dünnschieferige Sandsteine, Thonschichten, schieferige

Mergellagen u. s. w. darin vor. Aehnliche scheinbare Widersprüche würden sich für mehre andere Formationsnamen auffinden lassen, z. B. für bunten Sandstein, für Grobkalk. Man mufs aber diese Benennungen eben nur als Namen, nicht zugleich als Schilderungen ansehen.

Gruppe.

Wenn mehre Formationen überhaupt oder in gewissen Gegenden eine grofse Verwandtschaft mit einander zeigen, gewöhnlich zusammen vorkommen oder sich von älteren und jüngeren schärfer abtrennen als unter sich, so nennt man ihre Vereinigung zur besseren Uebersicht eine Gruppe.

Die von einigen Geognosten theils für Formation, theils für Gruppe gebrauchten Ausdrücke, System oder Gebirge, können zu Begriffsverwechselung Veranlassung geben und scheinen deshalb nicht ganz passend. Die Eintheilung in Perioden, Epochen und dergl. geht für eine geognostische zu sehr vom geologischen Gesichtspunkte aus.

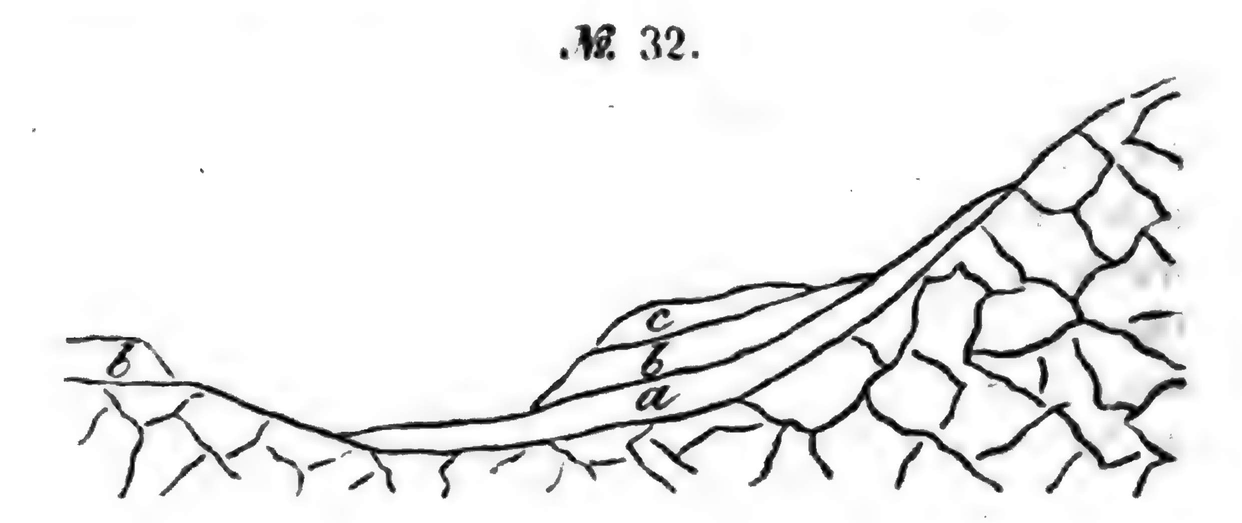
Reihe
der Gruppen und Formationen.

Nachdem wir diese allgemeinen Begriffe etwas näher erörtert haben, können wir nun zu der Betrachtung der einzelnen Schichtencomplexe, Formationen und Gruppen übergehen, wobei es rathsam erscheint, den Weg von oben nach unten einzuschlagen, d. h. die obersten, also jüngsten Formationen zuerst zu studiren und zu immer älteren überzugehen. Dabei werden wir sowohl in Beziehung auf die Gesteine als auch rücksichtlich der Versteinerungen von den Productionen der Jetztwelt allmählig zu denen der Vorwelt, von örtlichen zu immer allgemeineren Bildungen, hinüber geführt, so dafs wir endlich an jene äufsersten Gränzen gelangen, wo alle organischen Reste von allen jetzt lebenden Geschöpfen vollkommen abweichen, währ-

end diefs rücksichtlich der Gesteine bei Weitem nicht in demselben Grade der Fall ist. Die normalen Gesteine bleiben sich vom jüngsten bis zum ältesten weit ähnlicher als die Petrefacten, welche sie einschliefsen. Sie sind demnach nicht nur unabhängig von geographischer Breite und Länge (wie wir oben gesehen), sondern auch weit weniger abhängig von der Entstehungszeit, als die Organismen. Schon in den ältesten Formationen kommen einige den noch jetzt entstehenden ganz gleiche Gesteine vor, und noch mehr Uebereinstimmung zeigen die Mineralien, aus welchen die normalen Gesteine zusammengesetzt sind. Die Bildung vieler Mineralspecien scheint alle Bildungszeiträume der normalen Gesteine durchlaufen zu haben, z. B. die des Quarzes, nur wenige gehören ausschliefslich alten oder neuen Gesteinen an, deshalb können sie denn auch nicht auf gleiche Weise wie die organischen Reste zu den Altersbestimmungen benutzt werden. Bei den abnormen Gesteinen findet weit mehr eine solche historische Reihenfolge der Mineralien statt als bei den normalen.

Ehe wir zur Betrachtung der einzelnen Formationen übergehen, will ich noch einmal wiederholen, dafs die älteren, in der vollständigen Reihe, also tiefer liegenden Schichten und Formationen keineswegs immer von jüngeren bedeckt sind, oder absolut tiefer liegen. Wie jene älteren, so können auch diese jüngeren auf grofse Strecken ganz fehlen, oder es können auch wohl diese letzteren nur die niederen Regionen jener ersteren bedecken. Nachstehende Skizze wird diefs erläutern.

№ 32.



Auch mache ich hier sogleich darauf aufmerksam, dafs ich **nur** die in Deutschland herrschenden und gehörig **bekannten** Formationen und Formationsglieder speciell **berücksichtigen** werde. Ausländische Parallelformationen finden höchstens in den allgemeinen Uebersichten eine Stelle, und Lokalgebilde, deren systematische Stellung noch zweifelhaft ist, werden zum Theil ganz übergangen.

Ein Ueberblick aller hier als selbstständig anerkannten Formationen mag nun zunächst andeuten, was in diesem Abschnitte einzeln zu behandeln ist.

Ueber
verschiedener

Gruppen.	*Formationen.*	bei *Werner.*
Alluvialgebilde.	Mechanische Formationen. Chemische Formationen. Organische Formationen.	Aufgeschwemmtes Land und Quaternärgebirge.
Diluvialgebilde.	Erratische Blöcke. Löſsformation.	
Molassegruppe.	Obere Braunkohlenformation. Grobkalkformation. Untere Braunkohlenformation.	Tertiärgebirge.
Kreidegruppe.	Kreideformation. Quadersandsteinformation. Waldformation.	Secundär- oder Flötzgebirge.
Juragruppe.	Juraformation. Liasformation.	
Triasgruppe.	Keuperformation. Muschelkalkformation. Formation des bunten Sandsteines.	
Zechsteingruppe.	Zechsteinformation.	
Kohlengruppe.	Formation des Rothliegenden. Steinkohlenformation. Bergkalkformation. Formation des alten rothen Sandsteines.	Uebergangsgebirge.
Grauwackengruppe.	Obere Grauwackenformation. Untere Grauwackenformation.	

sicht
Eintheilungen.

bei *v. Leonhard.*	bei *Bronn.*	bei *de la Bèche* und *v. Dechen.*	bei *Buckland.*	bei *Alex. Brongniart.*	
I. Gruppe. Postdiluvianische Gebilde.	Molassegebirge.	Gruppe über der Kreide.	Alluvium.	Jupitersperiode. Alluvialformationen. Lysische Formation.	
II. Gruppe. Diluvianische Gebilde.			Diluvium.	Saturnusperiode. Elysmische Formationen.	
III. Gruppe. Süſswassergyps, Grobkalk und plastischer Thon.			Tertiärsystem.	Thalassische Formationen.	
IV. Gruppe. Kreide und grüner Sandstein.	Kreidegebirge	Kreidegruppe.	Kreidesystem.	Pelagische Formation.	Yzemische Formationen.
V. Gruppe. Jura- und Oolithenkalk.	Oolithgebirge.	Oolithengruppe.	Oolithsystem.		
VI. Gruppe. Lias und Keuper.	Salzgebirge.	Gruppe des rothen Sandsteines.	Poikilitic-system (*New red Sandstone*).	Abyssische Formationen.	
VII. Gruppe. Muschelkalk und bunter Sandstein.					
VIII. Gruppe. Zechstein und Rothliegendes.	Kohlengebirge.				
IX. Gruppe. Steinkohlen.		Kohlengruppe.	Carboniferous-system.		
X. Gruppe. Uebergangskalk, Grauwacke und Thonschiefer.		Grauwackengruppe.	Silurian-system.	Hemilysische Formationen.	

Aus dieser Zusammenstellung geht zugleich hervor, dafs zwar die Abtheilung der vorhandenen Gesteinschichten in Formationen und Gruppen zum Theil etwas Willkürliches ist und von individuellen Ansichten oder Lokalitäten abhängt, dafs aber dennoch mehre Hauptabtheilungen in der Natur so wohl begründet sind und überall so entschieden hervortreten, dafs sie von fast allen Systematikern seit Werner's Zeit anerkannt worden sind, was namentlich von der oberen und unteren Gränze der Kreidegruppe gilt.

Hier kam es zunächst darauf an, eine Uebersicht der künstlichen Abtheilungen und ihrer Synonyme zu liefern; ein treueres Bild der Natur wird die Uebersicht der einzelnen Schichtencomplexe bieten, welche am Schlusse des Abschnittes über die normalen Gesteine folgt, da sie dort erst gehörig verstanden werden kann.

In der nachfolgenden Betrachtung der einzelnen Formationen werde ich die allgemeinen Charaktere in Beziehung auf Deutschland so allgemein als möglich auszudrücken suchen, dafür aber in der Regel die speciellere Schilderung irgend einer besonders wichtigen deutschen Lokalität gewissermafsen als Beispiel folgen lassen. Die obersten, also neuesten Formationen verlangen eine etwas andere Behandlungsweise als die tieferen. Der Fruchtboden, welcher als oberste Formation angesehen werden könnte, wird hier übergangen und erst in der Bodenkunde abgehandelt, da er ein in allen geologischen Zeitepochen ähnlich erfolgtes Resultat der Einwirkung von Atmosphärilien, Pflanzen und Thieren auf die Oberfläche aller Gesteine ist.

Für Diejenigen, welche nicht blos einen Ueberblick der Wissenschaft erlangen, sondern sich wirklich etwas damit beschäftigen wollen, ist es nöthig, aufser der allgemeinen Schilderung der organischen Reste jeder Formation auch einige besonders charakteristische Versteinerungen namentlich anzuführen. Dafür wähle ich in der Regel die in Bronn's Lethäa anerkannten Namen und citire übrigens noch meine Seite 105 u. f. gegebene Uebersicht.

Alluvialgebilde.

(Postdiluvianische Gebilde, gegenwärtige Bildungen, angeschwemmtes Land, z. Th. geschichtliche Alluvionen, *Terrain alluviens, Alluvium.*)

Neueste Ablagerungen des Wassers, die noch fortwährend, gewissermaſsen vor unseren Augen sich bilden. Es werden jedoch auch einige organische Gebilde hierher gerechnet, die nicht eigentlich aus Wasser abgelagert sind.

Die Alluvionen deuten durch vielfache Analogieen die Art und Weise an, in welcher ein groſser Theil der älteren Ablagerungen entstanden ist, und schon deſshalb verdienen sie eine besondere Aufmerksamkeit, denn sie belehren uns über viele Bedingungen der Umgestaltung der festen Erdrinde. Hierher gehören die Anschwemmungen der Flüsse in und neben ihren Betten und bei ihren Einmündungen in das Meer, die Ablagerungen des Meeres selbst, die durch chemischen Niederschlag aus mineralischen Gewässern entstehenden Gesteine, so wie endlich die selbstständigen Anhäufungen organischer Massen, welche früher oder später zu Theilen der festen Erdrinde werden.

Diese Bildungsprocesse sind über die ganze Erdoberfläche verbreitet, überall aber durch lokale Umstände bedingt und modificirt, so daſs dadurch keinesweges eine zusammenhängende oder gleichartige Bedeckung der Erdoberfläche bewirkt wird, sondern vielmehr lauter einzelne Formationen — Parallelformationen, deren Gleichzeitigkeit man bei gröſserem Alter vielleicht sehr schwierig aufzufinden vermöchte. Den neuen Bildungen gehen in der Regel Zerstörungen voran, welche zu ersteren das Material liefern.

Alle diese überall gleichzeitigen Ablagerungen (Parallelformationen), deren Summe an kein bestimmtes Niveau gebunden ist, lassen sich nach der Art ihrer Entstehung eintheilen in mechanische, chemische und organische, welche jedoch keinesweges immer scharf von einander getrennt sind, und auſserdem in Land- und Meeresbildungen. Es ergiebt sich daraus folgende

Uebersicht der Alluvialgebilde.

Mechanische Formation.	Chemische Formation.	Organische Formation.
Thon-, Lehm-, Sand-, Kies- und Geschiebeablagerungen der Flüsse in Flufsbetten, Landseen, Seifengebirgen und Deltas.	Kalktuff, Kalksinter.	Torf.
Jüngster Meeressandstein.	Kieseltuff, Kieselsinter.	Untermeerische Wälder.
Jüngster Meereskalkstein.	Raseneisenstein.	Korallenriffe und Koralleninseln.
	Salzbildungen.	Infusorienlager.
	Erdpechbildungen.	

Mechanische Ablagerungen *in den Thälern.*

Die Bäche und Flüsse reifsen in ihrem Laufe durch die Gebirge eine Menge gröfserer oder kleinerer Theile der anstehenden Felsmassen los, welche sie theils zu Geschieben abrunden, theils zu feinem Kiese oder Sande verarbeiten, oder zu thonigem Schlamme erweichen und später an solchen Stellen wieder absetzen, wo ihr Lauf ruhiger ist. Mit solchen Ablagerungen ist der Boden vieler Thäler bedeckt, und oft sind die verschiedenartigen Massen, Lehm, Thon, Sand, Kies und gröfsere Geschiebe, in abgesonderten Schichten übereinander geordnet, was durch den Umstand sich erklärt, dafs die Gewässer bei verschiedenen Graden ihres Anschwellens verschiedenartige Theile losreifsen und auf ungleiche Entfernungen mit sich fortführen. Dadurch geschieht es z. B., dafs ein Flufs in einer Gegend für gewöhnlich nur feinen Sand oder Schlamm, zur Zeit hoher Fluthen aber auch grofse und schwere Geschiebe anschwemmt.

Nehmen die Flüsse ihren Lauf durch einen oder durch mehre Landseen, so werden diese vorzugsweise die Sammelbecken solcher Ablagerungen, während das Wasser fast gereinigt aus dem unteren Ablaufe derselben hervorströmt. Die meisten Landseen nehmen dadurch allmählig an Tiefe

ab, und man kann sicher überzeugt sein, dafs schon viele früher vorhandene auf solche Weise gänzlich erfüllt worden sind. Hat man Gelegenheit, senkrechte Durchschnitte solcher Ablagerungen zu beobachten, so ist es zuweilen möglich, die Producte einzelner Jahreszeiten und Jahrgänge zu unterscheiden, da sich in der Regel die Schichten, deren Material durch grofse Frühjahrs- oder Herbstfluthen herbeigeführt ist, von den bei weniger hohem Wasserstande gebildeten unterscheiden.

Der bewunderungswürdig gleichmäfsige Fall der meisten Thäler ist fast nur dadurch erklärbar, dafs alle Ungleichheiten im Laufe der Zeit durch Abspülung einerseits und durch Ablagerung andererseits ausgeglichen wurden.

Wenn die Bäche und Flüsse durch erzführende oder edelsteinhaltige Gebirge strömen, so reifsen sie häufig zugleich mit den Gebirgsarten Theile dieser geschätzten Mineralkörper mit sich fort und lagern dieselben in niederen Gegenden ab. Da nun in der Regel die metallischen Theilchen eine gröfsere Schwere als die übrigen Mineraltheile haben, so wird dadurch zugleich eine Art von Sonderung bewirkt, indem die schwereren Körper früher (d. h. schon bei stärkerem Gefälle) liegen bleiben als die anderen Mineralien derselben Gröfse, ähnlich wie auf den Waschheerden der Bergleute, wodurch die spätere Gewinnung derselben sehr erleichtert wird. Oft gewinnt man daher Gold aus dem Sande der Flüsse, dessen Abbau da, wo es ansteht, weil es zu sehr im Gesteine vertheilt ist, nicht lohnen würde.

Diese Alluvialablagerungen, welche nutzbare Metall- oder Mineralkörner enthalten, nennt man Seifengebirge, von „seifen, ausseifen", auswaschen, da der Procefs der Sonderung durch die Schwere nochmals künstlich wiederholt wird. In dem Seifengebirge, welches zuweilen auch den Diluvialbildungen oder noch älteren Formationen angehören kann, findet man z. B. am *Ural* und in *Brasilien* Körner von gediegenem Gold, Platin, Irid, Rhod, Pallad, Osm, Crom und Magneteisen. Das Platin ist bis jetzt fast nur unter diesen secundären Lagerungsverhältnissen, nirgends auf ursprünglicher Lagerstätte bekannt, ein grofser



Theil des Goldes wird aus Seifengebirgen ausgewaschen, und auch in *Deutschland* enthält der Sand mehrer Flüsse geringe Quantitäten von Gold; viele alte Goldwäschen sind eingegangen, und am *Rheine* werden zwischen *Basel* und *Carlsruhe* noch jetzt viele betrieben. Vielfach wird auch Zinnerz in solchen Seifenwerken gewonnen, z. B. in *England*, wie auch früher im *Erzgebirge*. Die Granaten (Pyropen) und Zirkone *Böhmens*, die Chrysoberylle und Hyazinthe *Ceylons*, die Smaragde *Brasiliens* und die Diamanten *Brasiliens* und *Ostindiens* werden sämmtlich aus Alluvialablagerungen oder ähnlichen Diluvialgebilden ausgewaschen, und so scheint es denn, dafs wir den Besitz der edelsten Metalle und Steine vorzüglich diesen neuesten Formationen verdanken sollen, in welchen sie vielleicht sämmtlich nur als aus älteren Gesteinen abstammend anzusehen sind. Flüsse, die nur schlammige Theile mit sich fortführen, können zuweilen sehr vortheilhaft zu künstlichen Alluvionen benutzt werden, indem man das Wasser auf Wiesen und Felder leitet, damit es hier seinen fruchtbaren Schlamm absetze, wie der *Nil* es freiwillig thut.

Deltabildungen.

Führen die Flüsse die losgerissenen Theile bis zum Meere, dann entstehen in vielen Fällen jene Ablagerungen, welche man Deltas nennt. Wenn nämlich der Meeresboden sich nicht allzu steil einsenkt und wenn zugleich keine bedeutende Meeresströmung an der Küste vorüberzieht, so lagern sich die im Flufswasser enthaltenen schlammigen und sandigen Theile da ab, wo der Flufs durch den Eintritt in das Meer seine Kraft völlig verliert und bei der Fluthzeit sogar zurückgestaut wird.

Beginnt diese Ablagerung, wie es häufig der Fall ist, in der Mitte der Mündung, so entsteht dadurch eine fortwährend sich vergröfsernde Insel, deren Spitze gegen den Flufs gekehrt ist, während sie nach dem Meere zu in eine breite Fläche ausläuft. Der dreieckigen, dem griechischen Buchstaben Δ (Delta) ähnlichen Gestalt verdanken die in

der *Nilmündung* am frühesten bekannten Gebilde dieser Art und hiernach später alle anderen ihren Namen.

Zuweilen wird ein Flufs durch mehre solche Inseln in viele Mündungen zerspalten, z. B. der *Nil* und der *Rhein.* Bei'm *Ganges* sind die Producte der Anschwemmung nach weit beträchtlicher als bei'm *Nil;* ihre Ausdehnung beträgt vom Scheitel des Delta bis zur Basis über 40 deutsche Meilen. Die Schichtung der Deltas mufs stets etwas nach dem Meere zu geneigt sein, da alle Ablagerungen auf einer etwas geneigten Fläche erfolgen.

Meeresablagerungen.

Wie die Flüsse, so bewirkt auch das Meer an einigen Stellen fortwährend eine Veränderung des Landes, indem es an einer Küste Theile ablagert, die es an einer anderen losgerissen hat, oder die ihm durch Flüsse zugeführt wurden. Durch den zuweilen zugleich erfolgenden Niederschlag der im Meerwasser aufgelösten 3 bis 4 Procent salziger und erdiger Theile (Kochsalz, Chlormagnesium, schwefelsaurer und kohlensaurer Magnesia, schwefelsaurer und kohlensaurer Kalkerde) erlangen die Ablagerungen des Meeres leicht eine gröfsere Festigkeit als die der Flüsse. Diefs ist namentlich in warmen Klimaten der Fall, wo durch starke Verdunstung der Niederschlag dieser verbindenden Theile sehr befördert wird. Die auf diese Weise gebildeten Gesteine, welche oft grofse Mengen mehr oder weniger zerbrochener Muschelschalen lebender Arten enthalten, nennt man je nach der Hauptbestandmasse jüngsten Meeressandstein oder jüngsten Meereskalk oder Riffstein.

Es sind diefs, wie es in der Natur der Sache liegt, halb mechanische, halb chemische Bildungen, die wir aber ihrer oft conglomeratartigen Natur wegen hier ganz zu den ersteren rechnen. Berühmt sind z. B. die Ablagerungen auf der Insel *Grande Terre* bei *Quadeloupe*, weil man vollständige Menschengerippe darin gefunden hat.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dafs auch auf dem tiefen Boden des Meeres an vielen Orten Ablagerungen

von Gesteinschichten stattfinden, deren Material aus den durch die Meeresströmungen losgerissenen und durch die Flüsse herbeigeführten erdigen und mineralischen Theilen, sowie aus den festen Schalen und Knochen der Meeresbewohner bestehen wird. Aber diese Ablagerungen sind uns so lange unzugänglich, bis sie irgendwo durch Erhebung des Bodens trocken gelegt werden, wie das an der Küste *Chiles* zu wiederholten Malen und noch in neuester Zeit geschehen ist. Aehnliche Erhebungen haben auch anderwärts Meeresablagerungen trocken gelegt, deren organische Einschlüsse offenbar der jetzigen Schöpfung angehören, z. B. in *Skandinavien*, *Grofsbritannien* und *Italien*.

Chemische Niederschläge.

Wo mineralische Quellen zu Tage treten oder ihren Lauf nehmen, da wird durch Einwirkung von Licht, Luft, Verdampfung, Erkaltung oder Entweichung der auflösenden Kohlensäure gewöhnlich ein steiniger Niederschlag bewirkt.

Kalktuff und Kalksinter.

(Travertin.)

Kalkerdehaltige Quellen bilden auf diese Weise den Kalktuff und Kalksinter, der nach Gustav Rose's Untersuchungen bei kalten Quellen aus Kalkspath, bei heifsen dagegen stets aus Arragon besteht (Sprudelstein in *Carlsbad*).

Die Kalktuffablagerungen, welche sich gewöhnlich durch sehr poröse Gesteinsnatur auszeichnen, erreichen zuweilen eine grofse Mächtigkeit und werden dann abgebaut, theils als leichte Bausteine, theils um sie als Kalksteine zu brennen. Beispiele sind: *Robschütz* bei *Meifsen*, *Tönnigstein* bei'm *Laagersee*, *Göttingen*, *Königslutter* (dort Duckstein genannt), *Fürstenbrunnen* bei *Jena*, *Cannstadt*, *Neckarels* und *Bienau* im *Neckarthale*. Die auffallendsten Beispiele liefern die sogenannten Travertinablagerungen Italiens, welche bedeutende Hügel bilden (*Elsathal*, *Tivoli*) und sich über grofse Strecken ausdehnen. Bei den Bädern von *San Filippo* geht die Ablagerung so schnell vor sich, dafs sich z. B. in einem Sumpfe in

20 Jahren eine 30 Fufs mächtige Travertinmasse gebildet hat. Man benutzt jene Quellen zu künstlichen Steinbildungen, indem man ihr Wasser fein zertheilt auf Modelle sprühen läfst, die sie in kurzer Zeit mit einer festen Steinkruste überzieht (Lyell).

Die Gestalt der Kalktuffablagerungen hängt in der Regel ganz von der der vorhandenen Oberfläche ab, sie erfüllen Thalsohlen und Schluchten oder verbreiten sich unregelmäfsig von einzelnen Quellen aus. In *Ungarn* findet man kalkhaltige Quellen, welche sich mit kegelförmigen Kalktuffhügeln umgeben haben, aus deren Gipfeln sie wie aus Kratern hervorsprudeln.

Die äufserst lockere Natur des Gesteines rührt oft von der Uebersinterung organischer Körper (Moos, Blätter u. s. w.) her. Mancher Kalktuff, der bei'm Brechen ganz weich ist, erhärtet an der Luft zu festem Bausteine, z. B. der *Jenaische*.

Kieseltuff.

Kieselerdhaltige heifse Quellen setzen bei'm Erkalten Kieselerde ab. Das merkwürdigste Beispiel hiervon liefern uns die heifsen Quellen *Islands*, besonders die berühmten *Geyser*. In regelmäfsigen Zeiträumen von wenigen Minuten erhebt sich abwechselnd eine hohe Wassersäule und dann eine dichte Dampfwolke aus dem kreisrunden Becken. Aus dem umherspritzenden Wasser schlägt sich Kieselerde nieder, welche ein poröses Gestein, den sogenannten Kieseltuff oder Kieselsinter, bildet. Im Innern des Beckens erzeugt sich fortwährend eine Art von Opal. Viele Kieselerde absetzende Quellen finden sich auch auf den *Azoren*. Wahrscheinlich sind auch die Halbopale und Hyalithe, welche sich in *Deutschland* mehrfach in den Klüften der Basalte finden, auf ähnliche Weise entstanden.

Raseneisenstein.

(Limonit.)

Eisenhaltige Wässer setzen braunrothe Rinden von Eisenoxyd ab, oder sie bilden Raseneisenstein, wenn sie

in sumpfigen Gegenden entspringen oder in solche einströmen. Je nach der örtlichen Beschaffenheit hat man dafür die Namen: Morasterz, Sumpferz, Wiesenerz. Wird von dem eisenhaltigen Wasser zugleich Kies oder Sand abgelagert, so bildet das Eisenoxyd für diese den mehr oder weniger vorwaltenden Kitt, und es entsteht diejenige Varietät des Raseneisensteines, welche man Sanderz nennt.

In *Schweden* wird Raseneisenstein (Seeerz) aus einigen Seen aufgefischt, in denen er sich nach Hausmann's Bericht fortwährend neu erzeugt.

Der für den Schmelzprocefs ungünstige Gehalt an Phosphorsäure im Raseneisensteine rührt wahrscheinlich von den während seiner Bildung im Wasser verwesenden Körpern her.

Raseneisenstein findet sich vorzugsweise in den ebenen Gegenden *Norddeutschlands* sehr häufig, z. B. in der *Lausitz,* aber auch in den ebenen Theilen des *Rhein-* und des *Donauthales* etc.

Salzige Absätze.

Zu den chemischen Niederschlägen gehören auch die Absätze von Salzen aus einigen Quellen, Bächen und Landseen, welche jedoch im Innern *Deutschlands* ziemlich selten und unbedeutend sein dürften. Die Mineralquelle von *Baden* bei *Wien* setzt ein feines Pulver ab, welches aus Gyps und salzsauerem Kalke besteht. Mehre Seen des südlichen *Rufslands* überziehen ihre Ufer alljährlich mit einer salzigen Kruste. Noch häufiger sind solche Salzablagerungen in den Landseen der warmen Zone, vorzüglich in den Niederungen. In sechs kleinen Seen bei *Terrareh* in *Aegypten* lagert sich z. B. Soda in grofser Menge ab. Die grofsen Torfmoore bei *Franzensbad* unweit *Eger* bedecken sich zum Theil mit einer weifsen Salzkruste (Glaubersalz und Eisenvitriol), welche man zu gewinnen angefangen hat.

Einige Salze blühen aus festen Gesteinen aus, namentlich in Höhlen. So entsteht z. B. Salpeter in aufserordent-

licher Menge in einigen Kalksteinhöhlen *Brasiliens* und der Insel *Ceylon*.

Erdpechbildungen.

An einigen Orten der Erde treten Erdölquellen aus dem Boden hervor, deren Material sich durch Eintrocknen in Erdpech (Asphalt) oder kohlenartige Masse verwandelt. Sehr reich an Erdölquellen sind z. B. die *Karpathen*, die Gegend des *todten Meeres* und die Insel *Trinidad*, wo sich ein ganzer Asphaltsee befindet. In *Deutschland* hat man früher bei *Braunschweig* Erdöl aus mehren Quellen gewonnen.

Organische Gebilde,

durch pflanzliches oder thierisches Leben erzeugt.

Torf.

Dieses organische Gebilde gehört deſshalb in das Gebiet der Geognosie, weil es eines Theils zuweilen von geringmächtigen, neueren mineralischen Ablagerungen bedeckt ist und anderen Theils eine Art von Uebergang in die Braunkohlen bildet, die wir nothwendig als Bestandtheile der festen Erdkruste anerkennen müssen.

Die Torflager entstehen meist durch das dicke Aufeinanderwachsen von Sumpf- oder Wasserpflanzen, besonders von Moosarten, deren untere Theile nach und nach absterben und unter Einwirkung von Humussäure einen eigenthümlichen braunen, brennbaren, filzigen oder schlammigen Stoff bilden. In einigen Torflagern sind alle pflanzlichen Reste dergestalt verwest und umgewandelt, daſs man ihr früheres Vorhandensein nur noch vermuthen kann; andere bestehen aus noch deutlich erkennbaren Moosarten. Das Wachsthum einiger Torflager scheint geschlossen, während andere auf ihrer Oberfläche noch üppig fortvegetiren. „Im *Alt-Warmbrücher* Moor unfern *Hannover*, welches zum zweiten Male abgestochen wird, hat sich der Torf in fünfzig Jahren wieder erzeugt, und seit den letzten dreiſsig Jahren ist eine neue Torflage von vier bis sechs Fuſs entstanden" (v. Leon-

hard). Aehnliches beobachtet man an den grofsen Torfmooren in der Gegend von *Franzesbad* bei *Eger*. Die ausgestochenen Gruben erfüllen sich in zehn bis zwanzig Jahren vollständig mit neuen Torfpflanzen und dürften in fünfzig bis hundert Jahren wieder aus brauchbarem Torfe bestehen.

Als zufällige Beimengung enthält der Torf zuweilen Thon, Kalk, Schwefelkies, Eisenocker, Blaueisenerde (Vivianit), Vitriol, Alaun, Kieselguhr u. dergl.

Brongniart unterscheidet drei Arten von Torf:

1) Morasttorf, locker, filzig, zäh, leicht, mit dickem stinkenden Rauche verbrennend. Er findet sich vielfach in morastigen Gegenden der Niederungen und auch der Gebirge. Die Lager erreichen hier und da eine Mächtigkeit von zwanzig bis vierzig Fufs. In der filzigen, vorzüglich aus Moosen und Sumpfpflanzen bestehenden Masse liegen oft ganze Baumstämme mit Aesten und Wurzeln. Die Torfmasse ist je nach den Pflanzen, aus welchen sie besteht, ziemlich verschieden.

2) Landtorf, compact, viel Eisenkies enthaltend und defshalb oft sich selbst entzündend, wodurch dann gewöhnlich Vitriol gebildet wird. Dieser Torf ist älter als der erstere, er umschliefst häufig Süfswassermuscheln und ist von Sand- und Thonlagern bedeckt. Er bildet somit einen Uebergang zu den Braunkohlen und gehört wohl mehr der Diluvialzeit als den Alluvialgebilden an. In *Langensalza* z. B. fand man 1835 bei'm Graben eines Brunnens Torf mit Baumstämmen, von zwöf Fufs Sand und Geschieben und sieben Fufs Erdboden bedeckt. Auch zu *Wittgendorf* bei *Sprottau* in *Schlesien* ist der auf Süfswassermergel liegende Torf von Sand und Kies überdeckt.

3) Moortorf findet sich an den Meeresküsten, z. B. an der *Nordsee*, und ist ganz aus Seetangen gebildet. ,,Ganz besonders reich an Torfmooren ist die grofse norddeutsche Niederung von *Holland* an bis gegen *Preufsen* hin, *Dänemark* umfassend. An den Küsten der *Nordsee* in *Holland*, in den nördlichen Theilen von *Hannover* und im *Bremen'schen* sind die Torfmoore in ganz ebenen und we-

nig über dem Meeresspiegel erhabenen Gegenden sehr ausgedehnt. In den *baldischen* Ländern kommen sie aber auch in höherem Niveau an den Rändern der vielen Seen vor und überhaupt da, wo durch Versandung von Thälern der Abflufs der Wasser aufgehalten wird und stehende Wasser gebildet werden. So finden sich auch auf Gebirgsplateaus grofse Torfmoore, wo den Wassern auf einer undurchdringlichen Unterlage von Thon der Abflufs fehlt" (de la Bèche). Der *Harz*, die hohe *Venn* im *rheinischen Schiefergebirge*, die *Ardennen*, die *Röhn*, das *Fichtelgebirge*, das *Erzgebirge* und die *Vogesen* sind reich an Torfmooren.

Die aufserordentlich grofsen *irländischen* Torfmoore bewirken zuweilen durch Ueberfüllung mit Wasser lokale erdbebenartige Erschütterungen, steigen zu beträchtlichen Hügeln auf und entladen sich endlich des schlammigen Wassers in ungeheueren zerstörenden Strömen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dafs die Torfmoore für viele Gegenden Wasserbehälter sind, welche den Stand der Flüsse gewissermafsen reguliren, und ihre Austrocknung hat in dieser Beziehung oft schon nachtheilige Folgen gehabt.

Torfmoore haben auch auf Seen schwimmende Inseln gebildet. Auf dem *Gördauer* See in *Preufsen* trieb sich lange eine solche umher, von der Gröfse, dafs hundert Stück Vieh darauf weiden konnten, bis sie endlich im Jahre 1707 durch einen heftigen Sturm in drei Theile zerrissen wurde. Eine ähnliche Erscheinung ist bei *Frauensee* im *Eisenachischen* vorgekommen.

Der Torf findet sich auch in den heifsen Zonen; so ist z. B. *St. Paulo* in Brasilien von Torflagern umgeben. Keferstein bemerkt, es sei höchst merkwürdig, dafs der Torf ebenso selten auf kalkigem Boden liege, als er häufig auf solchem gefunden werde, der viel Kieselerde enthalte.

Auch unter dem Meeresniveau sind hier und da Torfmoore vorhanden, z. B. an den *Ostseeküsten* bei *Greifswalde, Geageland* u. s. w. Zuweilen wirft das Meer hier mehre hundert Cubikfufs grofse Torfmassen an das Ufer, die wahrscheinlich in der Tiefe losgerissen worden sind; man nennt dieselben Schwimmtorf.

Untermeerische Wälder.

An verschiedenen Puncten der Küste von *Grofsbritannien* und *Nordfrankreich* finden sich unter dem Wasserstande der Meeresfluth Anhäufungen von Holz und Pflanzen, die mit den jetzt auf dem Nachbarlande wachsenden völlig übereinstimmen. Die Bäume und Pflanzen können an diesen Puncten nicht bei dem gegenwärtigen Niveau des Meeres und Landes gewachsen sein. Diesen Anhäufungen von Hölzern und anderen vegetabilischen Ueberresten, welche bei der Ebbe oder einer zufälligen Entblöfsung des Strandes, oder bei dem Angriffe des Meeres auf niedrige Küstenstriche sichtbar werden, hat man den Namen „untermeerische Wälder" gegeben. Die wahrscheinlichste Ursache dieser Erscheinung liegt in Senkungen des Landes in Folge von Erdbeben oder inneren Bewegungen der Erde (*de la Bèche*).

Korallenriffe und Koralleninseln

finden sich an vielen Puncten in dem *stillen*, *indischen* und *rothen Meere*. Es wurde früher ein grofses Gewicht auf sie und ihre Entstehungsweise gelegt, indem man daraus das Vorkommen und die Bildung vieler mächtigen Kalksteingebirge erklären zu können glaubte. Man war der Meinung, dafs grofse Felsmassen aus einer beträchtlichen Tiefe durch Tausende von Polyparien aufgebaut würden und grofse Flächen von Korallenfelsen den Grund des Meeres bedeckten.

Quoy, Gaimard und Ehrenberg haben den Korallenriffen und Koralleninseln, die sie auf ihren Reisen zu sehen Gelegenheit fanden, eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Das Resultat ihrer Beobachtungen ist, dafs die geognostische Wichtigkeit dieser allerdings wichtigen Riffe und Inseln sehr überschätzt worden ist. Denn weit entfernt davon, zu glauben, dafs die Polypen Korallenmassen aus grofsen Tiefen aufzubauen im Stande seien, halten sie dafür, dafs dieselben nur Incrustationen von zwanzig bis dreifsig Fufs Dicke auf flachem Meeresboden erzeugen kön-

nen. In Gegenden, wo anhaltend eine beträchtlich hohe Temperatur herrscht, wo das Land durch tiefe Buchten eingeschnitten ist, welche mit flachem und ruhigem Gewässer erfüllt sind, vermehren sich die steinigen Polypen am stärksten und incrustiren den darunter liegenden Meeresboden. Das Hervortreten von Korallenriffen und Koralleninseln hängt von den Unebenheiten der Gebirgsmassen ab, welche den Meeresboden bilden. Die kreisrunde und oval ringförmige Gestalt, welche vielen Korallenriffen und Koralleninseln des *stillen Meeres* eigen ist, dürfte nach Quoy und Gaimard mit dem Vorkommen untermeerischer Kraterränder zusammenhängen.

So werden denn allerdings die fossilen Korallenriffe und Korallenfelsen durch die lebenden erklärt, nicht aber die Entstehung der Kalksteine überhaupt.

Infusorienlager.

Ehrenberg hat gefunden, dafs ganze Gebirgsschichten der Hauptsache nach aus nichts Anderem als aus Ueberresten von Infusorien bestehen; so namentlich vieler Trippel, Polirschiefer, Kieselguhr. Zuweilen gehören die Infusorien, welche solche Lager bildeten, ausgestorbenen, zuweilen aber auch noch existirenden Arten an, und es ist sogar gelungen, einige jener Mineralgebilde künstlich nachzuahmen, indem man dieselben Infusorienarten in grofser Menge versammelte und ausglühte, so dafs nur die aus Kieselerde bestehenden Schalen derselben übrig blieben. Gewifs werden in Morästen und stagnirenden Wässern noch fortwährend solche Infusorienschichten abgelagert; höchst wahrscheinlich ist diefs z. B. in dem Torfmoore bei Eger der Fall, in welchem man grofse Quantitäten von Kieselguhr und mächtige Ablagerungen weifsen Kiespulvers findet, die beiderseits aus lauter Kieseltheilen noch existirender Infusorienarten bestehen.

Wenn die Infusorienreste rein ohne Bindemittel aufgehäuft wurden, so bildeten sie jene aus lauter staubförmigen Kieseltheilen bestehenden Massen, Trippel, Polirschiefer und Kieselguhr, welche mehr oder weniger zum Putzen von Me-

tallen geeignet sind; ihre wahre Zusammensetzung erkennt man jedoch nur unter dem Mikroskope.

Mit Ausnahme der Kieselguhr und des weifsen Kieselpulvers von *Rohr* bei *Eger* gehören die meisten bis jetzt bekannten Infusorienschichten wahrscheinlich der Diluvial- und Molassegruppe an und werden deshalb dort noch eine kurze Berücksichtigung finden.

Organische Reste.

Alle die vorgenannten Ablagerungen enthalten häufig organische Reste, welche in der Regel Thieren oder Pflanzen angehören, die noch jetzt in denselben Gegenden leben, oder wenigstens in historischer Zeit gelebt haben, wie das Elenthier, der Auerochs und der Bär in *Deutschland*. Zuweilen finden sich sogar Erzeugnisse menschlicher Industrie in denselben Schichten.

In den Anschwemmungen der Flüsse findet man Süfswassermuscheln, Stämme von Bäumen u. s. w. Die Meeresablagerungen enthalten unzählige Schalen von noch existirenden Meeresthieren. An den Flufsmündungen und Küsten liegen zuweilen Reste von Meeresthieren mit solchen von Süfswasser- oder Landgeschöpfen in denselben Schichten, und gar manches Product des menschlichen Kunstfleifses mag im Laufe der Zeit durch Schiffbrüche mit den Ablagerungen auf dem Boden des Meeres vereinigt worden sein.

In *Schweden* fand man dei Grabung des Kanales, welcher den *Mälarsee* mit der *Ostsee* verbindet, unter 50 Fufs mächtigen sandigen und thonigen Meeresablagerungen die vier Wände einer Fischerhütte, auf deren Feuerplatze noch Kohlen lagen. Diese merkwürdige, von Lyell berichtete Thatsache kann nur durch abwechselnde Senkung und Hebung des Landes unter und über das Meeresniveau erklärt werden.

Der Kalktuff umschliefst Knochen, Schneckenhäuser, Aeste, Blätter, Früchte und Moose. Bei Göttingen fanden Bunsen und Hausmann Thierfährten und menschliche Kunstproducte darin.

Im Torfe, der ganz aus Pflanzenmasse besteht, findet man Früchte, Blätter und ganze Baumstämme, die zuweilen alle nach einer Richtung gekehrt sind, sowie seltener Ueberreste von Thieren und Menschen, bei *Drenthe* in den *Niederlanden* z. B. die ganze Holzbrücke, welche Germanicus bei seinem Zuge nach *Deutschland* schlagen liefs.

Die Korallenriffe und Infusorienschichten bestehen, wie erwähnt, wesentlich aus diesen organischen Gebilden.

Die Anführung einzelner, für die Alluvionen besonders charakteristischer Arten erscheint unnöthig und sogar unthunlich, da diese Arten zu wechselnd sind und fast sämmtlich der lebenden Schöpfung angehören, mit Ausnahme der wenigen, die in historischer Zeit ausgestorben sind, wie z. B. der *Dudu* oder *Didus* auf *Isle de France* (vergl. S. 115. X.)

Eingreifen
der Alluvialgebilde in die Diluvialgebilde.

Einige Bildungen der Alluvialzeit scheinen schon in der Diluvialperiode begonnen zu haben, obwohl sie entweder noch jetzt in derselben Weise fortdauern, oder doch wenigstens bis zu einer gewissen Zeit der Alluvialperiode oder historischen Zeit fortgedauert haben, z. B. gewisse Bildungen von Kalktuff, Raseneisenstein, Torf u. s. w., die nicht von den allgemeinen Verhältnissen des Wasserstandes oder ähnlichen Bedingungen abhängig sind, sondern von localen Bedingungen, wie Quellen und dergl. Sie werden unter den Diluvialgebilden hier nicht wieder besonders erwähnt, ihre Zurechnung zu denselben kann billig jedem Beobachter überlassen bleiben, wenn er mehrfach Reste ausgestorbener Geschöpfe darin findet.

Eine völlig scharfe Gränze wird auch zwischen den rein mechanischen Ablagerungen beider Perioden zuweilen schwer aufzufinden sein.

Literatur.

Die wichtigsten Beiträge zur Kenntnifs der fortdauernden Gesteinsbildungen auf der Erdoberfläche lieferte in neuerer Zeit Carl Lyell in seinen *Principles of Geology*, unter dem Titel: Lehrbuch der Geologie, übersetzt von Hartmann. Aufserdem finden sich viele hierher gehörige Erfahrungen zusammengestellt in *de la Bèche*, *Geological Manual*, als Handbuch der Geognosie, übersetzt von H. v. Dechen, in v. Leonhard's Lehrbuch der Geologie und Geognosie und in Keferstein's Naturgeschichte des Erdkörpers. Hierauf beziehen sich die oben zuweilen erwähnten Namen dieser Autoren.

Berichte über die Entdeckungen fossiler Infusorien und über die schwedische fossile Fischerhütte finden sich in Ehrenberg's Abhandlung: die fossilen Infusorien und die lebendige Dammerde (1836 und 1837) und in Poggendorf's Annalen der Physik und Chemie. Ueber Entstehung, Bildung und Wesen des Torfes gab Wiegmann der Aelt. im Jahre 1837 eine gekrönte Preisschrift heraus. Ueber den Raseneisenstein und seine Gewinnung lieferte Freiesleben eine ausführliche Abhandlung im fünften Bande seiner geognostischen Arbeiten S. 216—243. Vergl. auch Karsten's Archiv für Bergbau XV. S. 1.

Diluvialgebilde.

(**Aufgeschwemmtes Land, z. Th. Gruppe der Geschiebe,** ***Terrain diluviens.***)

Letzte Ablagerungen, welche in vorgeschichtlicher Zeit und zwar durch bedeutende Wasserfluthen gebildet worden sind. Ob zu jener Zeit schon Menschen existirt haben, ist wenigstens noch nicht sicher erwiesen, eben so wenig als die Identität der sogenannten Sündfluth mit denjenigen Ueberfluthungen, deren Ueberreste wir ganz unabhängig von den biblischen Begriffen Diluvialgebilde nennen. Scharfe historische Gränzen sind überhaupt hier und tiefer hinab nicht mehr aufzufinden, wir müssen uns damit begnügen, die Gebilde jener Zeiten und ihre Lagerung kennen zu lernen, ohne stets eine vollständige Erklärung ihrer Entstehung und Erkenntnifs ihrer Entstehungszeiten erlangen zu können. Dieses Dunkel nimmt natürlich mit dem Alter der Formation immer mehr zu, die vollständigen Analogieen verschwinden endlich fast ganz.

Die Diluvialgebilde sind nicht auf die Ufer von Flüssen oder Meeren beschränkt, sondern über die niederen Gegenden von ganz Europa verbreitet und wahrscheinlich auch in anderen Continenten wiederzufinden. Der Boden der grofsen europäischen Niederung besteht daraus, und viele kleinere Ebenen des Hochlandes sind damit bedeckt, doch sind dieselben noch nicht über 2000 Fufs in Gebirge aufsteigend gefunden worden, gewöhnlich erheben sie sich nur etwa 1000 Fufs über den Meeresspiegel; ihre Mächtigkeit dürfte zuweilen 200 Fufs übersteigen. Vieles spricht dafür, dafs sie das Resultat einer oder mehrern vorübergehenden Fluthen sind, vorzüglich der Umstand, dafs sie fast nur Reste von Landgeschöpfen umschliefsen. Von den

zum Theil ähnlichen Alluvialmassen unterscheiden sie sich durch allgemeinere, gleichförmigere oder zusammenhängendere Verbreitung über weite Strecken des Festlandes und durch die eingeschlossenen organischen Reste, welche zum grofsen Theile schon ausgestorbenen Arten angehören. Nach Lagerung und organischen Resten lassen sich die Diluvialgebilde in zwei Formationen sondern, diese aber sind nach ihrer örtlichen Entwickelung vielfach verschieden.

Uebersicht der Diluvialgebilde
nach örtlicher Entwickelung und Eintheilung.

Formationen.	Norddeutschland.	Rheinthal.	Südeuropa.	Oberschlesien.	Sibirien.
Erratische Blöcke.	Nordische Geschiebe und erratische Blöcke.				
Lösformation.	Kies, Sand und Lehm mit Knochen.	Lös mit Knochen, Kies und Sand.	Knochenbreccie und Bohnerz.	Sand, Lehm und blauer Letten mit Thoneisenstein.	Sand, Lehm und Eis mit Mammuths.

Erratische Blöcke.
(Nordische Geschiebe, Findlinge.)

So weit, als die norddeutsche Ebene reicht, und bis 1000 Fufs am nördlichen Abhange der Gebirge herauf findet man grofse abgerundete Felsblöcke, theils sehr einzeln, theils in grofser Zahl beisammen umherliegend, die aus grobkörnigem Granit und Gneifs mit rothem Feldspathe, dunklem Glimmer und Granaten, aus Syenit und Diorit, aus Porphyr mit grofsen Krystallen, aus dichtem Kalksteine mit vielen Versteinerungen u. s. w. bestehen. Diese Blöcke liegen lose auf dem Sande, Kiese oder Lehme, und so tief

man auch graben mag, man findet nicht dasjenige Gestein anstehend, von dem sie abstammen, weit und breit sind keine Felsen derselben Art vorhanden, man sucht sie in ganz *Deutschland* vergeblich. Diese Blöcke sind aus *Skandinavien* und *Finnland* herüber gekommen, so viel ist sicher ermittelt, denn dort stehen genau dieselben Gebirgsarten und in derselben Ordnung an, in welcher wir die losen Blöcke in *Deutschland* wiederfinden. Auf welche Weise sie über die Ostsee gekommen sind, ob auf Eisschollen, durch Gletscher, durch schleudernde Kräfte, oder wie sonst, ist eine bis jetzt noch nicht sicher beantwortete Frage. Dafs die Richtung des Transportes für alle ziemlich gleich gewesen sei, geht jedoch aus ihrer localen Vertheilung hervor, da die westlichen Blöcke den westlichen Gebirgen, die östlichen den östlichen ungefähr entsprechen. Ihre Menge ist oft so bedeutend, dafs man durchaus glauben möchte, sie bildeten das Ausgehende anstehenden Gesteins, was doch nicht der Fall ist. Die einzelnen erreichen zuweilen eine aufserordentliche Gröfse. Die Granitvase vor dem Museum in *Berlin* ist aus einem solchen Geschiebe gearbeitet und ebenso das Felsenpostament für die Statue Peter's des Grofsen in *St. Petersburg*. Der gröfste bekannte dieser Blöcke liegt auf der Insel *Föhnen* und mifst 44 Fufs im Durchmesser. Auch der sogenannte Schwedenstein unter Gustav Adolph's Denkmale auf dem Schlachtfelde bei *Lützen* ist ein nordischer Granitblock, die Natur selbst hat hier dem skandinavischen Helden ein vaterländisches Denkmal errichtet.

Die Gesteine, woraus diese Felsblöcke bestehen, sind in der Regel besonders dicht und dauerhaft, weil nur diese den vielfachen zerstörenden Angriffen widerstanden; dadurch eignen sie sich ganz besonders zu Monumenten, Strafsenbauten u. dergl. und entschädigen insofern die weiten Niederungen *Norddeutschlands* für den Mangel anstehenden festen Gesteins.

Die Erscheinung der Wanderung so grofser Felsblöcke von *Skandinavien* nach *Deutschland* steht jedoch keines-

wegs vereinzelt da, es reichen nicht nur unsere Geschiebe bis tief in das Innere von *Rufsland* und westlich bis *Norfolk* und *Suffolk*, sondern man findet auch die Wiederholung einer ähnlichen Erscheinung in den Alpen der *Schweiz*. Die Gesteine der Hochalpen liegen als grofse Blöcke auf den Höhen der durch tiefe und weite Thäler getrennten *Jurakette*, und ähnliche finden sich auf den Kalkbergen um *Como*.

Wir begegnen in diesen sogenannten erratischen Blöcken zum ersten Male einer Thatsache, welche durch die jetzt noch wirksamen geologischen Ereignisse sich schwerlich ganz erklären läfst, was uns jedoch keinesweges verleiten darf, eine Aenderung der Naturgesetze anzunehmen, nur ihre Wirkungen waren verschieden. Wanderungen grofser Felsblöcke auf Eisschollen sind wirklich mehrfach beobachtet worden, nur ihre Ablagerung bis zu 1000 Fufs über dem jetzigen Meeresspiegel steht mit den gegenwärtigen Verhältnissen nicht im Einklange.

Lösformation,

aus lockeren Massen von Kies, Sand, Lehm u. dergl. bestehend. Diese Ablagerungen sind für den Forst- und Landwirth fast die wichtigsten von allen, weil sie bei Weitem den gröfsten Theil der Oberfläche Deutschlands bilden.

a) Kies, Sand und Lehm Norddeutschlands.

Fast die ganze norddeutsche Ebene ist mit Straten (Lagen) von Kies, Sand und Lehm bedeckt, welche weniger in vertikaler als in horizontaler Richtung von einander gesondert sind und oft in einander übergehen. In einigen Gegenden herrscht Kies vor, in anderen Sand, in noch anderen Lehm und in vielen endlich Gemenge derselben. Wo eine Sonderung in vertikaler Richtung stattfindet, da liegt gewöhnlich der Lehm zu unterst. Der Kies besteht aus Geschieben fester Gesteine, namentlich Quarz, Kieselschiefer, Hornstein, Feuerstein, Diorit, Basalt u. s. w. In

der Nähe von Gebirgen herrschen oft die in diesen anstehenden Gesteine vor. Die Feuersteine desselben stammen sämmtlich aus der Kreideformation her und enthalten deshalb auch ihr angehörige Versteinerungen. Es wurde bereits erwähnt, dafs ein Theil der metallführenden Seifengebirge vielleicht dem Diluvialkiese und Sande zuzurechnen ist.

Der Sand besteht meist aus Quarzkörnern, zuweilen mit Glimmertheilchen gemengt. Von Eisenoxyd durchdrungen, zeigt er sich sandsteinartig.

Der Lehm ist gewöhnlich sandig und durch Eisenoxyd gelb, geht jedoch auch in eisenfreieren Thon über. Hier und da enthält er knollige Mergelausscheidungen. Im *Altenburgischen* und in *Thüringen* hat man oft Knochen ausgestorbener Säugethiere darin gefunden.

Alle diese Gebilde constituiren in der Regel Ebenen, oder doch nur flache Hügel, welche in den Gegenden, wo Sand und Kies vorherrschen, sehr steril, wo Lehm dominirt, hingegen fruchtbar sind. Der Kies erhebt sich zuweilen zu auffallenden, jedoch niederen, kegelförmigen Kuppen und Berggruppen (bei *Ortrant*). In dem Lehm bilden die kleineren Gewässer Schluchten.

b) Lös des Rheinthales.

In den weiten Auen des *Rheinthales* zwischen *Basel* und *Bingen* und bis *Bonn* hinab, besonders aber auch in vielen Seitenthälern dieser Gegend bestehen die Diluvialgebilde hauptsächlich aus jenem sandigen und mergeligen Lehme, den man Lös genannt hat, darunter dagegen zuweilen aus Kies und Sand. Der Lös entspricht offenbar unserem norddeutschen, zuweilen knochenführenden Lehme der Diluvialzeit und enthält auch Knochenreste von denselben Thieren zugleich mit Land- und Süfswassermollusken (die darin gefundenen Meeresmuscheln gehören älteren Formationen an), was auf eine besondere Einwirkung

der Rheinfluthen schon für jene Zeit hindeutet. Er vertritt aber zugleich Sand und Geschiebe, die im Rheinthale nur selten in einiger Menge mit dem Lös verbunden sind. Sehr charakteristisch für den rheinischen Lös sind die vielen darin enthaltenen knollenförmigen Mergelausscheidungen, welche man ihrer zuweilen Wickelkindern ähnlichen Gestalt wegen Löskindel genannt hat. Die untersten Lagen des Lös, welcher übrigens nur selten Schichtung zeigt, sind zuweilen breccienartig durch Bruchstücke der zunächst anstehenden Gesteine. Diese Diluvialgebilde erheben sich vorzüglich an den Thalrändern und in, gegen den Hauptstrom geschützten Seitenschluchten bis zu mehren 100 Fufs über das jetzige Niveau des *Rheins* und etwa 200 bis 800 Fufs über den Meeresspiegel.

Der Name Lös rührt von der eigenthümlichen Einwirkung des fliefsenden Wassers auf dieses Gebilde her. Wenn nämlich heftige Regenfluthen tiefe Rinnen in dasselbe einschneiden, so behalten diese fortwährend senkrechte Wände, indem sich die Masse stets in vertikaler Richtung ablöst und in das neue Wasserbette hineinstürzt. Die Wasserläufe im Lös sind deshalb in der Regel schluchtenartig, nur selten sanft eingesenkt.

c) Knochenbreccie in Südeuropa und vielen deutschen Höhlen.

(Höhlenschlamm.)

Diese Breccie, aus zertrümmerten Knochen und Zähnen vorweltlicher Säugethiere, Bruchstücken und Geschieben von Kalkstein, verbunden durch Kalksinter, thonigen oder lehmigen Schlamm, bestehend, erfüllt hauptsächlich gewisse Spalten, Höhlen und Vertiefungen in den Kalk- und Dolomitgebirgen, namentlich der Juraformation, z. B. in *Dalmatien*, *Italien*, *Südfrankreich*, bei *Gibraltar*. Auch die *deutschen* Höhlen, z. B. bei *Muggendorf*, enthalten ähnliche Gebilde, jedoch weniger breccienartig, da die Knochen

meist unzerbrochen in Lehm und Thon, sogenanntem Höhlenschlamme, liegen, und seltener von Kalksinter umschlossen sind.

Die vorzüglichsten Höhlen *Deutschlands* sind folgende: die *Muggendorfer* Höhlen im Juradolomit am *Streitberge* in *Baiern*, einige zwanzig an der Zahl, die *Rabensteiner* Höhlen nicht weit von den vorigen, in demselben Gesteine, die *Gailenreuther* Höhle in *Franken*, die *Glücksbrunner* oder *Liebensteiner* Höhle im Zechstein-Dolomit des *thüringer Waldes*, die *Forstershöhle* bei *Wimschenfeld*, die *Schwarzfelder* Höhle bei *Herzberg* am *Harz*, die *Heimhöhle* bei *Ufftrungen* daselbst, die *Baumanns-* und die *Bielshöhle* im Grauwackenkalkstein des Harzes, die Höhlen von *Chockier* an der *Maas*, die Höhlen bei *Spa*, der *hohle Stein* bei *Brilon*, die *Sundwicher-* und *Heinrichshöhle* bei *Iserlohn*, die *Adelsberger* Höhle zwischen Laibach und *Triest*, die *Nebelhöhle* bei *Reutlingen*.

d) Bohnerz,

eine sehr locale Ablagerung in trichterähnlichen Vertiefungen, Spalten und Höhlen verschiedener Kalkformationen, namentlich des Jurakalkes. Das Bohnerz besteht aus lauter abgerundeten, oft bohnenförmigen, unverbundenen Körnern von Brauneisenstein und ist z. B. in der Gegend von *Eichstädt* in *Baiern* der Gegenstand bedeutenden Bergbaues. Mit ihm werden häufig fossile Knochen gefunden.

c) Sand, Lehm und Thoneisenstein Oberschlesiens.

Auch diese Ablagerungen sind als eine örtliche Entwickelung der Diluvialgebilde anzusehen, wenn sie nicht zum Theil sogar der Alluvialzeit zugehören, da die darin vorkommenden Knochen meist noch lebenden Thierarten angehören sollen. Nach v. Oeynhausen (geogn. Beschreib. von *Oberschlesien*) besteht dieses technisch sehr wichtige Thoneisengebirge, welches gegen vierzig Hohöfen

jener Gegend speist, von oben nach unten aus folgenden Schichten:

Dammerde.
Triebsand, grau oder gelb.
Lehm, selten mit Eisenstein.
Triebsand, fein und gelb.
Blauer Letten mit Lagern und Nestern von Thoneisenstein.
Triebsand, fein grau, wasserreich.

Zusammen 60 bis 100 Fufs mächtig, unregelmäfsig geschichtet, Geschiebe aller Gesteine der Umgegend, auch Gypskrystalle, Schwefelkies und Blende enthaltend.

f) Sand, Lehm und Eis mit grofsen Säugethieren, in Sibirien.

Diese durch Pallas zuerst recht bekannt gewordene Formation besteht z. Th. aus Eisschichten, welche auch in den nördlichsten Theilen *Amerikas* zuweilen als Gebirgsart auftreten, indem sie mit Sand-, Thon- oder Gerölleschichten wechseln. In *Sibirien* findet man in diesen Schichten unzählige Reste von Mammuths, deren wohlerhaltene Stofszähne einen wichtigen Handelsartikel jener Gegenden bilden. Besonders merkwürdig war die Entdeckung eines vollständig erhaltenen eingefrorenen Mammuths, dessen Fleisch noch von den Hunden gefressen werden konnte.

Organische Reste der Lösformation.

In der Lösformation kommen aufser einigen Thieren und Pflanzen der jetzigen Schöpfung auch schon viele ausgestorbene, auf der Erde nirgends mehr lebend zu findende Arten vor und einige, deren lebende Analoga sich jetzt nur in sehr entlegenen, gewöhnlich viel südlicheren Gegenden wiederfinden.

Die Lehm-, Sand- und Geschiebeablagerungen enthalten verhältnifsmäfsig nicht häufig organische Reste aus der Zeitperiode ihrer Entstehung, oft dagegen Geschiebe mit Versteinerungen älterer Formationen, z. B. Feuersteine aus der Kreide und Kalksteine aus noch älteren Schichten mit Muscheln und Korallen. Die ihrer Entstehungszeit angehörigen organischen Reste sind, wie im rheinischen Lös und in der Knochenbreccie, meist Knochen oder Gerippe von Säugethieren, welche nur selten mit den jetzt in denselben Gegenden lebenden übereinstimmen. Einige Thiere, deren Knochen in den Diluvialbildungen enthalten sind, haben die jetzt lebenden ähnlichen Arten an Gröfse übertroffen, so das Mammuth den Elephanten, der *Ursus spaeleus,* der Höhlenbär, die meisten lebenden Bären. Andere sind jedoch nicht durch besondere Gröfse ausgezeichnet, z. B. Pferde, Hirsche, Ochsen, Nashorne, einige Bärenarten, Katzen (Löwen, Tiger), Hyänen, Wölfe, Hasen, Ratten, Mäuse, Cetaceen aus dem ausgestorbenen Geschlechte *Ziphius* u. s. w., von denen allen man Reste in den Diluvialschichten und Höhlen *Deutschlands* findet.

Mehrfach will man auch Menschenknochen und Kunstproducte mit solchen Knochenresten ausgestorbener Thierarten zusammen gefunden haben, z. B. in Höhlen bei *Lüttig,* bei *Lunel-Vieil* und bei *Bise* im *Aude-Departement,* im Kalktuffe bei *Göttingen,* in den Gypsspalten bei *Köstritz* u. s. w., ihre Gleichzeitigkeit ist jedoch noch nicht sicher nachgewiesen. Sie können theils durch spätere Fluthen damit vermengt, theils vielleicht nur von noch fortdauernder Bildung derselben Kalksinter oder Kalktuffmassen umschlossen worden sein, welche allerdings aus der vorgeschichtlichen Zeit in die geschichtliche hereinragen. Vor der Hand ist es daher noch nicht erwiesen, dafs der Mensch vor der geologischen Diluvialzeit erschaffen war.

Auch die Frage, wie jene vielen Knochen in das Innere der Höhlen gekommen sind, ist nicht für alle Fälle sicher entschieden. Zuweilen sind sie offenbar durch Flu-

then hineingeschwemmt, das lehren ihre Manchfaltigkeit und die Art ihrer Lagerung, zuweilen müssen sie aber von Thieren herrühren, die in den Höhlen wohnten oder von Raubthieren hineingeschleppt und darin gefressen wurden, denn man findet aufser den z. Th. angefressenen Knochen oft grofse Massen der Excremente jener vorweltlichen Höhlenbewohner.

Die elephantenähnlichen Thiere im Eise *Sibiriens* haben grofses Aufsehen erregt; man glaubte, die Lage der Erdaxe müsse sich verändert haben, um ihre Anwesenheit und ihren plötzlichen Untergang in jetzt so kalten Gegenden zu erklären. Eines Theiles scheinen jedoch jene Elephanten für ein etwas kälteres, obwohl pflanzenreiches Klima erschaffen gewesen zu sein als die jetzigen, wie ihr mit wolligen Haaren bedeckter Körper schliefsen läfst (so zeigte sich der vollständig im Eise erhaltene), anderen Theils aber dürfte der Zustand der Erde überhaupt in jenen Zeiten noch ein etwas wärmerer gewesen sein als gegenwärtig. Wenigstens hat man sich sicher vergriffen, wenn man die früher gröfsere Wärme *Sibiriens* und das Einfrieren seiner Elephanten durch eine plötzliche Aenderung in der Stellung der Erdaxe erklärte. Aenderungen der Luft und Meeresströmungen, des Niveau's u. s. w. würden leichtere Mittel an die Hand bieten.

Anhang.

Kalktuff, Korallenriffe, Torf und Infusorienlager gehören, wie erwähnt, zum Theil wahrscheinlich auch dieser Periode an; ohne dafs eine Gränze in ihrer Masse nachweisbar ist, hat man in ihnen zuweilen Reste ausgestorbener Thierarten gefunden.

Literatur.

Ueber erratische Blöcke.

Klöden — Beiträge zur mineralogischen und geognostischen Kenntnifs der Mark Brandenburg. Berlin 1832.

Ebel — Bau der Erde im Alpengebirge.

v. **Buch** — Abhandlung der Berliner Akademie der Wissenschaften 1815. S. 161. **Poggendorf's** Annalen für Physik und Chemie. B. IX. S. 575.

v. **Leonhard's** Taschenbuch XIV. S. 621. (**Escher**) Jahrbuch 1832. S. 258. (**Bernhardi**) 1838. S. 192 und 304. (**Agassiz.**)

Dessen Lehrbuch der Geognosie und Geologie. 1835. S. 254 u. f.

Ueber Glieder der Lösformation.

v. **Ocynhausen** — Geognostische Beschreibung von Oberschlesien.

Bronn — Goea Heidelbergensis.

Molassegruppe

(Tertiärgebirge)

aus verschiedenen Localformationen bestehend, deren gegenseitige Stellung zum Theil schwer zu ermitteln ist, da sie in abgesonderten Meeresbecken oder auf ebenen Landstrichen, in einer grofsen Epoche, aber doch nicht ganz gleichzeitig gebildet zu sein scheinen.

Für die Meeres- und Süfswasserformationen dieser Gruppe ist die Erfüllung grofser Bassins oder Meerbusen ziemlich charakteristisch. In der Mitte solcher Mollasse- oder Tertiärbecken liegen z. B. die Hauptstädte *London, Paris, Mainz* und *Wien.* Die Braunkohlenformationen dagegen, in welchen Landpflanzen vorherrschen, sind über einen grofsen Theil *Deutschlands* ausgebreitet, ohne an bestimmte Becken gebunden zu sein, obwohl eine vertiefte Gestalt der Oberfläche auch für sie zuweilen ungewöhnliche Mächtigkeit zu bedingen scheint, z. B. bei *Zittau* in *Sachsen.*

Im Allgemeinen erreichen die Molassegebilde *Deutschlands* nur selten ein beträchtlich hohes Niveau, wie sie denn überhaupt weniger den gebirgigen als den flachen Gegenden angehören. Die Benennung ist von der Molasse der *Schweiz* entlehnt, worunter man dort eine besondere Art groben, oft lockeren Sandsteins versteht, der durch Aufnahme von grofsen Geschieben in die sogenannte Nagelflue übergeht, mit Braunkohlen und kalkigen Schichten wechselt, den Saum der *Alpen* bildend, zu beträchtlichen Bergketten (bis zu 6000 Fufs) aufsteigt und für die *Schweiz* unsere deutschen Tertiärschichten in grofser Mächtigkeit (bis zu 2000 Fufs) vertritt.

In *Nord-* und *Südfrankreich,* in *Südengland,* in *Norddeutschland,* in der *Rheinthalebene* des mittleren und südlichen *Deutschlands,* an beiden Abfällen der *Alpen* und

der *Apenninen*, in *Sicilien*, am *afrikanischen* Rande und überhaupt an den Küstenländern des *Mittelmeeres*, in *Polen*, in *Nord-* und *Südrufsland*, in *Nord-* und *Südasien*, nach dem *bengalischen* Meerbusen hin, im Osten von *Nordamerika* und im *Aequatorialamerika* liegen sogenannte Tertiär- und angeschwemmte Schichten, welche einander mehr oder weniger ähnlich sehen und der Molassegruppe angehören. Die Sonderung in einzelne Formationen und Formationsglieder läfst sich bei dieser Gruppe schon etwas bestimmter ausführen als bei den Diluvialgebilden.

Uebersicht der

Formationen.	Mitteldeutschland		
	Böhmen.	Sachsen.	Mainzer Becken.
Obere Braunkohlenformation.	Süfswasser-Kalkstein und Mergel, Hornstein mit Süfswasser- und Landschnecken, Braunkohlen und Letten.		Sand und Kies mit Knochen. Knochengerölle (*Dinotherium*). Letten und Mergelthon.
Grobkalkformation.	Die obere und untere Braunkohlenformation berühren einander, der Grobkalk fehlt.		Thon, Kalkmergel und oolithischer Kalkstein. Grobkalk. Thon, Kalkmergel und Kalkstein. Sandiger Grobkalk. Fester Kalkstein. Blauer Mergelthon. Sand und Gerölle. Sandstein und Conglomerat. (Oben herrschen Land- und Süfswasserthiere (u. B. *Dinotherium*), unten Meeresthiere vor.)
Untere Braunkohlenformation.	Thon und Schieferthon mit Schwefelkies, wechselnd mit Braunkohle. Weifser Thon. Fester Sandstein mit Schieferthonlagen, Pflanzenreste enthaltend.	Braunkohlen und Thon. WeifserKies, Sand und Thon oder fester Sandstein mit Pflanzenresten.	Braunkohlenhaltige Schichten mit Landpflanzen, wenig bekannt.

Molassegruppe.

Wiener Becken.	*Pariser Becken.*	*Schweiz.*	*London.*
d und Kies mit Landhierknochen, Kalkstein it Süfswasser-Moltsken.	Mergel- und Süfswasserquarz (*meulière*, berühmter Mühlstein) mit Süfswasserversteinerungen.	Molasse, Sandstein und Nagelflue (mit Braunkohlen, Kalkstein und Thonmergel) z. B. am *Rigi*.	Bagshotsand und Crag.
allenkalk (Leithakalk) iit Meeresmuscheln nd Landthieren. kbreccie. ier Mergel (Tegel), oll Conchylien mit puren von Braunkohn. ber Sand mit Meeresuscheln. gel (unterer Tegel).	Mergelkalk und Mergel, Sand und Sandstein mit Meeresthieren. Gypsmergel. Grobkalk mit Meeresthieren. — Kieselkalkstein und Gyps mit Land- und Süfswasserthieren, nebst wenigen Meeresmuscheln. Sand mit Grünerdekörnchen.		Londonthon.
fser Sand, noch nicht rchsunken.	Mergel und Thon. Braunkohlen mit Flufsmuscheln (Lignit). Süfswasserconglomerat mit Land- und Süfswassergeschöpfen (z. B. Knochen). Kalkstein und Mergel mit Meeresthieren.		Plastischer Thon.

Obere Braunkohlenformation
oder
Süfswasserkalkformation.

(Mainz, Wien, Böhmen und Oeningen.)

Allgemeines. Diese Formation ist selbst innerhalb *Deutschlands* sehr verschiedenartig entwickelt, d. h. sie zerfällt in mehre Parallelformationen, welche zum Theil kaum Spuren von Braunkohlen enthalten.

Specielle Gliederung. Im Becken von *Mainz* besteht dieselbe vorzugsweise aus Kies, Sand und Geröllelagen mit vielen Ueberresten vierfüfsiger Thiere. Gegen unten werden die Knochen so häufig, dafs sie ein förmliches Knochengerölle bilden, welches zunächst auf Letten und Mergelthon mit Spuren von Braunkohlen ruht.

Bei *Wien* herrschen gegen oben Sand und Kies mit Landthierknochen, gegen unten Kalksteine mit Süfswassermollusken.

Im Norden *Böhmens*, im *Elbogener* Kreise, besteht sie aus dichtem Süfswasserkalke, welcher mit dünnblätterigem, gelblichem und grauem Schieferthone wechselt (*Trebendorf*), aus gelblichem, hornsteinartigem, sehr festem Quarze voll Schneckenhäuser und Pflanzentheile (*Littmitz*) und darunter aus Braunkohlen, welche mit Thon und Schieferthon wechseln und sich eng an die untere Braunkohlenformation anschliefsen (*Davidsthal* bei *Falkenau*). Dieser Braunkohlenformation voll Pflanzenreste, welche von der jetzigen Flora *Deutschlands* nur wenig abweichen, entsprechen höchst wahrscheinlich auch die sogenannten Oeninger Schiefer zwischen *Constanz* und *Schaffhausen* voll Blätter, Insecten, Fische und Reptilien, die blätterreichen Gypsschichten von *Pavia*, sowie die aus Infusorien bestehenden Polirschieferschichten in der Gegend von *Bilin* in *Böhmen*.

Ebenso dürften den darüber liegenden Süfswasserkalksteinen der Süfswasserkalk von *Steinheim* in *Würtemberg*, der fast nur aus Gehäusen einer *Valvata* besteht, und der des *Riefsgaues* oder des Beckens von *Nördlingen* in *Baiern* entsprechen.

Alle diese Gesteine sind nach Mächtigkeit und Verbreitung in der Regel zu unbedeutend, als daſs sie einen beachtenswerthen Einfluſs auf die äuſsere Gestalt und Natur der Erdoberfläche üben könnten.

Organische Reste. Die obere Braunkohlenformation enthält in *Deutschland* fast nur Reste von Land- und Süſswassergeschöpfen, besonders Pflanzen, welche der gegenwärtigen Flora nahe verwandt sind, Süſswasser-Mollusken, Krebse und Fische, Landschnecken und Insecten, deren Arten zwar meist erloschen sind, welche aber gröſstentheils lebenden Gattungen angehören, und endlich ausgestorbene Quadrupeden, die theils in *Deutschland* nicht mehr lebenden, theils ganz erloschenen Gattungen und Arten angehören. Die darunter befindlichen zahlreichen und groſsen Pflanzenfresser setzen eine üppige Vegetation voraus.

Hinsichtlich der einzelnen Abtheilungen der Formation sind besonders bezeichnend:

a) Für den Süſswasser-Kalkstein und Hornstein:

Helix .... S. 111, 2. b.
Paludina .... 111, 2. b.
Planorbis .... 111, 2. b.
Bulimus .... 111, 2. b.
Valvata .... 111, 2. b.
Cypris faba .... 113, 3.

Fisch- und Insectentheile, auch Pflanzentheile, z. B. wohlerhaltene Stengel und Früchte aus der Gattung *Chara*, S. 106, 5.

b) Für das Knochengerölle:

Mastodon .... S. 116, 3.
Acerotherium .... 116, 3.
Megatherium .... 116, 3.
Dinotherium (mehre Arten) . 116, 3.
Tapirus priscus .... 116, 3.
Felis aphanista .... 116, 7.
Cervus megaceros .... 116.

c) Für die Braunkohlenschichten:

Blätter, Zapfen und andere Theile von meist noch

nicht specifisch bestimmten Ahornen, Linden, Pappeln, Weiden, Buchen, Eichen, Pinusarten u. s. w.

Grobkalkformation.

Allgemeines. Der Name der Formation ist von dem bei *Paris* in ihr vorherrschenden Gesteine *calcaire grossière* (Grobkalk) entlehnt, welches aus einem mürben sandigen Kalkmergel besteht und oft Grünerdekörnchen enthält.

Die verschiedenartige Zusammensetzung der Formation ist in der Uebersichtstabelle so speciell angegeben, dafs in dieser Beziehung hier nichts weiter zu bemerken übrig bleibt, als dafs die dort nebeneinander gestellten Schichten nicht streng als specielle Parallelgebilde anzusehen sind, sondern dafs man nur ihre Formationsvereinigung, welche durch Horizontallinien angedeutet ist, als ungefähr gleichzeitig anzusehen hat, während z. B. die Formation bei *Mainz* im Allgemeinen eine um einige Schichten höhere Region einnehmen dürfte als die bei *Paris*.

Recht auffallend ist das gewöhnliche Vorkommen der Grobkalkgebilde in weiten und flachen Vertiefungen (Becken, Bassins, Meerbusen), in welchen sie oft einen fruchtbaren Boden, aber selten pittoreske Formen veranlassen. Aehnliche Ablagerungen finden sich auch in *Brabant,* in *Polen, Volhynien*, *Podolien* und *Gallizien*, an den Küsten *Italiens (subapenninische Hügel)*, bei *Turin*, auf *Sicilien,* bei *Bordeaux,* in der *Mark Brandenburg,* bei *Cassel* in *Hessen.* Das etwas verschiedene Alter hat man namentlich durch die Verhältnifszahlen der darin gefundenen, noch lebenden oder ausgestorbenen Muschelarten und Gattungen zu bestimmen gesucht. In Beziehung auf *Deutschland* und den vorliegenden Zweck können uns diese feinen Unterschiede jedoch nur wenig interessiren.

Die specielle Gliederung ist in der Uebersichtstabelle hinreichend entwickelt.

Organische Reste. Die in den Schichten der Grobkalkformation vorherrschenden organischen Reste sind Meeresconchylien. Deshayes hat hiervon aus dem *Pariser*

Grobkalke allein 1400 wohl unterschiedene Arten bestimmt, welche, mit der geringen Ausnahme von 38, sämmtlich ausgestorben sind, im Allgemeinen aber den lebenden Formen der tropischen Meere näher stehen als denen der benachbarten *Nordsee*. Weniger häufig sind Polyparien, Echiniten und Seefische.

Die Formation enthält aber auch Reste von Landgeschöpfen, Pflanzen, Süfswasserconchylien, Knochen von Reptilien, Vögeln und Säugethieren. Sehr merkwürdig ist besonders das stellenweise stattfindende Zusammenvorkommen dieser Meer- und Landbewohner in denselben Schichten. Das Einströmen von Flüssen, welche Landgeschöpfe mit sich führten, in Meerbusen, oder die Wiederaufnahme an der Oberfläche liegender Muscheln oder Knochen einer vorhergehenden Periode werden als Erklärungen dafür angesehen.

Besonders bezeichnend für die Grobkalkformation sind:

Petunculus pulvinatus, S. 110.
Pecten plebejus, S. 110.
Panopaea Faujasii, S. 110.
Nucula margaritacea S. 110. (auch lebend im Mittelmeere.)
Terebratula grandis, S. 110.
Cardium porulosum, S. 110.
Cerithium giganteum, S. 111.
Nummulina nummiformis und *laevigata*, S. 112.
Palaeotherium, S. 116.
Anoplotherium - 116.
Dinotherium - 116.
Lophiodon ..... - 116.
Crocodile und *Saurier*, S. 114.

Untere Braunkohlenformation.

Allgemeines. Thon, Schieferthon und Braunkohlen, weifser Sand, Kies und Sandstein sind die herrschenden Gesteine dieser Formation, erstere drei herrschen in der oberen, letztere in der unteren Abtheilung vor. Die Braunkohlen zeigen die verschiedenartigsten Ent-

wickelungsgrade von der mürben Erdkohle bis zur muschel-igen glänzenden Pechkohle, häufig enthalten sie bituminöses oder in Schwefelkies umgewandeltes Holz, zuweilen auch Bernstein. Einen besonderen Einflufs auf ihre Beschaffenheit scheint die Nähe des Basaltes und Phonolithes zu haben, welche Gesteine diese Formation in Deutschland sehr häufig durchsetzen.

Die mittlere Mächtigkeit der Formation dürfte zwischen 50′ und 200′, die der Kohlen in der Regel zwischen 5′ und 20′ schwanken; bei *Zittau* erreichen jedoch die letzteren allein eine nur durch dünne Thonschichten unterbrochene Mächtigkeit von mehr als 180′.

Als besonders charakteristisch zeichnet sich der Sandstein der unteren Abtheilung oft durch grofse Festigkeit aus, durch innige Verschmelzung seiner Körner mit dem Bindemittel geht er fast in dichten Hornstein über. Diesen Sandstein, der in Gestalt einzelner fester, oft wunderbar abgerundeter, wie angeschmolzen aussehender Blöcke über ganz *Norddeutschland* verbreitet ist, indem er vielfach in die Diluvialgebilde aufgenommen oder zwischen nordischen Geschieben zerstreut umher liegt, nennt man hier und da Sandquarz, Trappsand, Glasstein, Quarzfritte u. s. w. Man findet ihn seltener auf ursprünglicher als auf secundärer Lagerstätte, welcher Umstand von seiner eigenen grofsen Unzerstörbarkeit bei einer Lagerung zwischen lockeren, thonigen und sandigen Gebilden herrühren mag. In jenen Thon- und Sandgebilden scheint er theils zusammenhängende Bänke, theils unregelmäfsig-stockförmige Massen zu bilden und seine Entstehung einer wahren Silikatbildung zu verdanken, indem Kieselerde und Thonerde unter besonderen Umständen sich chemisch verbanden, die gröberen Quarztheile sandsteinartig einschliefsend. Aufser der besonderen Festigkeit zeichnen ihn hier und da deutliche Pflanzenreste, namentlich Stengeltheile, vor den älteren Sandsteingebilden aus. Seine Farbe ist meist weifs oder gelblich. In *Böhmen* wechseln mit ihm mächtige, aber unregelmäfsige und selten weit fortsetzende Schichten eines gewöhnlichen, theils gro-

ben, theils feinen, weifsen und gelben, oft sehr mürben Sandsteines, sowie sandige Schieferthonlagen, und zuweilen dürften auch geringmächtige Braunkohlen dazwischen gelagert sein. Es ist nicht sowohl dieser im Ganzen nur selten anstehend gefundene Sandstein, als vielmehr der weifse Thon und Sand und der blaulichgraue Letten, welche mit einiger Wahrscheinlichkeit die Anwesenheit von Braunkohlen verkünden, weil diese in der Regel nur auf ursprünglicher Lagerstätte gefunden werden.

Die Braunkohlenformation scheint über den gröfsten Theil von *Norddeutschland* verbreitet zu sein, sie ist aber hier oft so mächtig von Diluvialgebilden bedeckt, dafs ihre Existenz bis jetzt nur sehr zerstreut nachgewiesen ist, z. B. in den Gegenden von *Zittau, Bauzen, Muskau, Ortrant, Frankfurt an der Oder, Berlin, Stettin, Helmstädt, Wurzen, Leipzig, Halle, Merseburg, Pegau, Zeiz, Altenburg, Artern, Kaltennordheim, Cassel* u. s. w. Weniger von Diluvialgebilden überlagert und mit grofser Mächtigkeit tritt die Braunkohlenformation am ganzen Nordrande *Böhmens* auf; ein bedeutendes Gebiet nimmt sie ferner in der *Wetterau* ein, und unter sehr interessanten Verhältnissen zeigt sie sich im trachytischen *Siebengebirge* bei *Bonn*.

Von den Gesteinen dieser Formation üben nur die Sandsteine zuweilen einen entschiedenen Einflufs auf die Oberflächengestaltung, indem sie felsige Kuppen und Thalgehänge bilden. Die übrigen lockeren und weichen Massen gestalten höchstens flachhügeliges Land mit in der Regel fruchtbarem Boden.

Specielle Gliederung. Von allen Braunkohlenablagerungen ist die am Nordrande *Böhmens* durch vielseitige technische Benutzung am meisten ausgezeichnet. Als Brennmaterial werden die Braunkohlen von *Aufsig* und *Teplitz* bis *Magdeburg* versendet, und an Ort und Stelle haben die des *Elbogener* Kreises durch den Gehalt ihrer Zwischenschichten mancherlei chemische Fabriken hervorgerufen, unter denen sich die des Herrn von Stark in der Gegend von *Falkenau* am meisten auszeichnen.

Aus den Schwefelkiesen und ihren Zersetzungsproducten werden Schwefel, Schwefelsäure, Vitriol und Alaun gewonnen; die reinen Thone dienen zu Töpferarbeiten; aus den Kohlen selbst brennt man Rufs.

Zugleich gewähren die Braunkohlengruben bei *Falkenau* den befsten Aufschlufs über die örtliche Zusammensetzung der Formation, sowie über ihre nahen Beziehungen zu der oberen Braunkohlenformation, welche an vielen anderen Orten leicht mit der unteren verwechselt werden dürfte.

Mit den Grubenbauen zu *Davidsthal* bei *Falkenau* durchfuhr man von oben nach unten folgende Glieder:

Dammerde. Letten. Schieferthon und Brandschiefer, 48 bis 70 Fufs mächtig. Braunkohle, sehr mächtig.	Zur oberen Braunkohlenformation gehörig.

Diese liegen horizontal, die Schieferthone entsprechen denen, welche bei *Trebendorf* mit Süfswasserkalk wechseln. Darunter senken sich von West herein mit 5—15° Neigung, durch andere Grubenbaue bekannt:

Thoneisenstein mit Schwefelkies, 6′. Schwefelkies. Braunkohle. Sandstein mit Pflanzenresten.	Zur unteren Braunkohlenformation gehörig.

Bei *Altsattel* scheint nur die untere Formation, diese aber in grofser Entwickelung vorhanden zu sein; ihre Zusammensetzung ist hier folgende:

Dammerde.
Lehm, 18 — 20′.
Blauer Thon, 20 — 30′.
Schwefelkies, 6″.
Braunkohle, in Thon übergehend, 6 — 12′.
Grünlichblauer Letten mit Granitgrus, 6′.
Grauer Thon mit Schwefelkies, 3 — 5′.
Alaunminera, ein Gemenge von Thon, Braunkohle und Schwefelkiestheilen, 3 — 4′.
Thon mit feinen Schwefelkiestheilchen, 7 — 9′, unter Zutritt der Luft sich erhitzend und zu Schlacken schmelzend.
Gute Braunkohle, mit sechs- bis siebenzölligen schlechten Kohlenschichten wechselnd, 9 — 10′.

Brauner bituminöser Thon, 1—2′.
Schlechte Braunkohle, 7′.
Theils fetter, theils sandiger weifser Thon, 6—12′. Eine, gegen 90′ haltende Vertiefung im Sandsteine darunter, ist mit porzellanerdeartigem Thon erfüllt.
Grober und feiner Sandstein mit vielen Pflanzenresten, 80—100′.
Granit.

Gesammtmächtigkeit ungefähr 200′.

In *Sachsen* und *Thüringen* zeigt sich die Formation weit einfacher, sie enthält hier gewöhnlich nur ein Kohlenglied, dessen Mächtigkeit oft schnell wechselt, indem die obere Gränze sich plötzlich erhebt und senkt, wie in dem Eisenbahndurchstiche bei *Machern* unweit *Leipzig*. Die Kohle selbst ist in der Regel erdig, torfartig, und mufs deshalb zur Benutzung in Ziegel geformt werden; man nennt sie deshalb häufig Torf. Hier und da finden sich in der schlammartigen Kohlenmasse horizontale Reihen unten eingewurzelter, oben abgebrochener Baumstöcke, welche offenbar an Ort und Stelle auf einem Torfboden gewachsen sind (*Grofsaga* bei *Zeiz*).

Ueber diesen sächsischen und thüringischen Braunkohlen lagern oft unmittelbar die Diluvialgebilde, welche sich von dem darunter folgenden weifsen Sand, Kies und Thon fast nur durch vorherrschendes Eisenoxyd auszeichnen.

Bernstein enthalten vorzüglich die Braunkohlenlager an den Küsten der *Ostsee*, aus welchen derselbe auch vom Meere ausgespült zu werden scheint.

Kohlenbrände. Durch Selbstentzündung der schwefelkieshaltigen Thonlagen oder durch zufällige Entzündung der Braunkohlen sind hier und da sogenannte Kohlenbrände entstanden, deren Producte aus rothem gebrannten Schieferthone, Porzellanjaspis, Asche und allerhand Schlacken bestehen.

Zwischen den brennenden Schichten befindliche Thoneisensteine sind dadurch oft dünnstengelig oder körnig abgesondert.

Solche Kohlenbrände oder ihre Producte finden sich besonders häufig am Nordrande *Böhmens*, wo die schwe-

felkieshaltigen Thonschichten die häufigste Veranlassung dazu gegeben zu haben scheinen.

Organische Reste. Vorwaltend sind durchaus die Pflanzenreste, wie denn die Braunkohlen selbst ganz aus solchen bestehen. Der vegetabilische Ursprung der Kohlen scheint jedoch keineswegs überall ein ganz gleicher zu sein. Die meisten Braunkohlen dürften von torfartigen Gebilden herrühren, andere bestehen mehr aus Anhäufungen von Baumstämmen (aus bituminösem Holze) oder aus Blättern (Blätterkohle). Auch der Bernstein gehört offenbar zu den pflanzlichen Ueberresten, er ist ein vegetabilisches Excrement, ein Harzausflufs, dem Harze des Copalsumach aufserordentlich ähnlich, welches wie der Bernstein häufig Insecten einschliefst.

Wohlerhaltenere Pflanzenreste als in den Braunkohlen selbst finden sich gewöhnlich in ihren Umgebungen, in den Thon-, Schieferthon- und Sandsteinschichten darüber und darunter. Sehr reich an solchen ist z. B. der Sandstein von *Falkenau* in *Böhmen;* er enthält Stammtheile, Blätter, Zapfen und andere Früchte von Pflanzen, die von der gegenwärtigen deutschen Flora gänzlich abweichen und durch Palmentheile sich als einer wärmeren Zeit angehörig erweisen.

Von den Pflanzenresten der unteren Braunkohlenformation sind bis jetzt nur wenige specifisch bestimmt, z. B.

Perfossus angularis, S. 107. 10.
Flabellaria raphifolia, - 107. 10.
Taxodium Europaeum, - 107. 12.
Phyllites cinnamomifolius.
Carpolithus minutulus (eine kleine runzelige Frucht).

An Thierresten hat man in der Braunkohlenformation nur wenig entdeckt; einige Süfswassermollusken und Fische, Insecten, von Bernstein umschlossen oder zwischen kohligen Schiefern, Frösche in Bernstein und Blätterkohle, sowie einige Knochen von Säugethieren (z. B. *Anthracotherium*) sind die wesentlichsten derselben.

Anhang zur Molassegruppe.

Nummulitenkalk.

Die meisten sogenannten Nummulitenkalksteine, welche zum Theil fast ganz aus den sonderbaren Gehäusen von *Nummulina* (S. 112.) zusammengesetzt sind, dürften der Molassegruppe angehören. Ihre Stellung darin ist jedoch nicht speciell ermittelt. Zum Theil entsprechen sie dem Grobkalke, zum Theil bilden sie vielleicht eine vierte Formation unter der unteren Braunkohlenformation, oder ihr parallel, der Kreide nahe verwandt.

Sie finden sich besonders im Südosten *Deutschlands*, bei *Wien* u. s. w. Am *Karst* steigen sie zu sehr beträchtlichem Niveau an. Auch bei *Silhet* in *Thibet* sind sie zugleich mit anderen knochenhaltigen Tertiärschichten aufgefunden worden. Einiger Nummulitenkalk gehört ganz zur Kreideformation.

Literatur zur Molasse.

Alexander Brongniart — *Description géologique des environs de Paris.* 1822.

Pusch — geognostische Beschreibung von Polen. 1833 und 1834.

Klöden — Beiträge zur mineralogischen und geognostischen Kenntniſs der Mark Brandenburg. 1828—1830.

Studer — Monographie der Molasse.

Bronn — Italiens Tertiärgebilde und deren organische Einschlüsse. 1831.

Klippstein und Kaup — Beschreibung und Abbildung von dem in Rheinhessen aufgefundenen Schädel des Dinotherii gigantei. 1836.

Eichwald — naturhistorische Skizze von Lithauen.

v. Meyer — Palaelogica. 1832. S. 451. u. f.

W. Haidinger — über das Vorkommen von Pflanzenresten in den Braunkohlen- und Sandsteingebilden des Elbogener Kreises in Böhmen. 1839.

Roſsmäſsler — Beiträge zur Petrefactenkunde. Hft. I.

Kreidegruppe.

Sie umschliefst eine bestimmte Reihenfolge von kalkigen, mergeligen, sandigen und thonigen Schichten, in den zwei oberen Formationen mit Ueberresten von Meeresthieren, in der unteren mit Landpflanzen und Süfswassergeschöpfen.

Wir erkennen also in ihr zuerst einige weit verbreitete und überall ähnlich entwickelte Meeresablagerungen, die ihre Entstehung einem sehr allgemeinen und von dem jetzigen ganz abweichenden Zustande der Erdoberfläche zu verdanken haben, und darunter hier und da eine Ablagerung mit Landgeschöpfen, welche jedoch nicht über grofse Landstrecken ausgebreitet ist.

Durch ihre gleichförmige weite Verbreitung weichen die oberen Formationen dieser Gruppe sehr von denen der vorhergehenden ab, welche meist abgesonderte Becken erfüllen.

Die Kreidegruppe enthält einige sehr auffallende Gesteine und viele charakteristische Versteinerungen; durch diese nun ist sie in ganz *Europa* und selbst in einigen Theilen *Asiens*, *Afrikas* und *Amerikas* wieder erkannt worden. *Portugal, Spanien, Frankreich, England, Südskandinavien, Dänemark,* die *Niederlande, Norddeutschland, Polen, Südrufsland* und die Gegenden des *Libanon* enthalten sämmtlich mächtige zur Kreidegruppe gehörige Gebilde. Seltener und weniger mächtig finden sich ihre Gesteine in *Süddeutschland* und in der *Schweiz,* beträchtlicher entwickelt zeigen sie sich dagegen wieder in *Illyrien, Griechenland, Italien* und an den Nordküsten *Afrikas.*

Fast ganz *Europa* scheint somit während der Kreidebildung vom Meere bedeckt gewesen zu sein. Im Allge-

meinen und vorzüglich in *Deutschland* gehen die Formationen dieser Gruppe weniger in den Bau der hohen Gebirge ein, sondern constituiren vielmehr bergiges und hügeliges Land. Doch bestehen auch hohe Gebirge, z. B. die *Karpathen* und die *Julischen Alpen*, aus Gesteinen welche wahrscheinlich der Kreidegruppe angehören.

Formationen.	*Sachsen* und *Böhmen.*	*England.*
Kreideformation.	Nur einzelne Feuersteine finden sich als Geschiebe.	*Upper chalk with flints* (obere Kreide mit Feuersteinen) *Lower chalk without flints* (untere Kreide ohne Feuersteine). *Chalk marl* (Kreidemergel).
Quadersandsteinformation.	Oberer Quadersandstein. Grauer, weifser und gelber Sandstein (*Sonnenstein* bei *Pirna, hoher Schneeberg).* Pläner. Mergel, Kalkstein und mergeliger Sandstein. Zuweilen mit Grünerdekörnchen (*Dresden).* Unterer Quadersandstein. Grauer, weifser und gelber Sandstein (*Tetschen, Schandau, Tharanter Wald).*	*Upper Greensand* (oberer Grünsand). *Gault,* aus Mergel und Thon bestehend. *Lower Greensand* (unterer Grünsand). Farbiger Sandstein und sandiger Kalkstein. *Speeton-clay.* (Thon).
Waldformation.	Niederschönaschichten. Dunkeler Schieferthon, mit Sandstein wechselnd, Landpflanzenreste enthaltend.	*Wealdenformation.*

estphalen und *Norddeutschland*, nach Römer.	*Aequivalente.*
eifse Kreide mit Feuersteinen (*Insel Rügen*).	Mürbe Kreide von *Mastrich*.
andiger Mergel und Sandstein (*Hanover, Gehrden, Halberstadt*).	Weifse Kreide *Frankreichs*.
eifser Kreidemergel ohne Feuersteine (*Schwichelt, Lüneburg*).	Dunkler Kalkstein von *Neufchatel*.
andiger Kalkmergel (*Stapelnburg, Consfeld*).	
alkmergel, weifs, grau, grünlich oder röthlich. — Pläner — ohne Belemnites mucronatus (*südliches Westphalen, Teutoburger Wald*).	*Craie tufeau* (Tuffkreide) — In *Frankreich*.
lammenmergel (*Teutoburger Wald, Hilsmulde, Wolfenbüttel*).	*Glauconie crayeuse* (Kreide mit grünen Körnchen). — In *Frankreich*.
rünsand (*südliches Westphalen*).	*Glauconie sableuse* (Grünsand). — In *Frankreich*.
laulicher Thon mit Gypskrystallen (*Ottbergen, Teutoburger Wald*). (Pläner?)	Karpathensandstein?
uader (*Nordrand des Harzes, Hilsmulde, Teutoburger Wald*, die *Haardt* in *Westphalen*).	
ilsconglomerat (*Schöppenstädt, Salzgitter*).	
ilsthon (*Hilsmulde, Deister*).	
älderthongebirge (*Deister, Osterwald*).	

Die Gründe warum diese drei Formationen hier in eine Gruppe vereinigt worden sind, sind ihr inniger Verband in *England* und die Verwandtschaft ihrer Versteinerungen. Die untere derselben bezeichnet, als ein zwischen Meeresschichten lagerndes Land- und Süfswassergebilde, zugleich einen wichtigen Abschnitt in dem örtlichen Entwickelungsgange der Erdoberfläche.

Kreideformation.

Allgemeines. Die Kreideformation erreicht in *Norddeutschland* eine Mächtigkeit von 600 bis 900 Fufs und zeigt überall eine sehr einfache mineralogische Zusammensetzung aus weifser Kreide, Kalkstein, Kreidemergel, sandigem Kalkmergel und Feuerstein. Die weifse Kreide ist theils von der Beschaffenheit, dafs sie unmittelbar oder geschlämmt als Handelsartikel benutzt werden kann, theils aber, in Kalkstein übergehend, zu grau oder zu fest zu diesem Zwecke. Sie enthält den Feuerstein theils in zusammenhängenden Lagern, theils und häufiger aber als einzelne Knollen von knotiger Gestalt, oder als Umwandlungsmasse von Versteinerungen. Das Vorkommen der Feuersteine in der Kreide ist sehr analog dem des Menilites in den Mergeln des *Pariser* Grobkalks und der Hornsteine in mehren älteren Kalksteinformationen, namentlich im Jurakalk. Nirgends aber tritt der Contrast zwischen den kieseligen und kalkigen Bildungen so grell hervor als bei den Feuersteinen in der Kreide. Die äufsere Gestalt dieser Knollen ist oft wunderbar durchlöchert, was zum Theil von ausgewitterten organischen Körpern herrührt. Unzählige faustgrofse, ein- oder mehrmal von natürlichen Höhlungen durchbohrte Stücke, welche, durch die Meereswogen ausgewaschen, an den Kreideküsten umherliegen, dienen den Fischern sehr bequem zur Beschwerung ihrer Netze.

Seltener als Feuersteine enthält die weifse Kreide Schwefelkiesnieren oder Kalkspathdrusen, und alle diese Beimengungen finden sich zuweilen auch im Kreidekalksteine oder im Mergel.

Die Gegenden, wo weifse Kreide die Gebirgsoberfläche bildet, haben gewöhnlich ein etwas steriles Ansehen, besonders sind die Berghöhen unfruchtbar, indem sie nichts als dürftige Viehtriften darbieten. *Südfrankreich* enthält weitausgedehnte Kreideplateaus, welche wahre Wüsten sind, und auch die Kreideberge, welche das fruchtbare Bassin von *London* umgeben, sind nur dürftig bewachsen.

Die Bergformen der Kreide sind monoton und erheben sich in *Deutschland* selten über 1000'. An den Meeresküsten dehnen sich oft lange weifse Felsenreihen entlang (*Insel Rügen*, *Canal* zwischen England und Frankreich).

Specielle Gliederung. Wo die eigentliche weifse Kreide herrscht, da zeigt sich die Formation überall sehr einförmig. In *Westphalen* fehlen die oberen Glieder, und auch die unteren bestehen hier mehr aus Mergelgesteinen als aus eigentlicher Kreide, diese folgen nach der in der Uebersichtstabelle angegebenen Ordnung aufeinander.

Organische Reste. Die zahl- und artenreichen organischen Reste der Kreideformation rühren fast sämmtlich von Bewohnern eines ziemlich tiefen Meeres her. Es sind vorzugsweise Mollusken, unter welchen wieder die Cephalopoden eine sehr bezeichnende Rolle spielen. Aufserdem finden sich darin auch Zoophyten, Krebse, Fische und Reptilien, sowie seltener Meerespflanzen, und als Ausnahme versteinertes Holz. Reste von Vögeln oder Säugethieren sind noch gar nicht in der Kreide beobachtet worden.

Besonders bezeichnend sind unter mehr als 500 bekannten Arten namentlich:

Manon peziza, S. 109. 5).
Ventriculites radiatus und *alcyonoides*, S. 109. 5).
Retepora, S. 109, 1.
Ceriopora, S. 109, 1.
Eschera, S. 109, 1.
Siphonia multiformis und *costata*, S. 109. 5).
Apiocrinites ellipticus, S. 109. III. 1).
Marsupites ornatus, S. 109. III. 1).
Cidaris vesiculosa, S. 110. 3).
Cassidulus lapis cancri, S. 110. 3).

Discoidea albo galera, S. 110. 3).
Galerites vulgaris, S. 110. 3).
Micraster (sonst *Spatangus*) *cor anguinum*, S. 110. 3).
Ananchytes ovata, S. 110. 3).
Sphaerulites, mehre Arten, S. 110.
Hippurites cornu vaccinum und *organisans*, S. 110.
Terebratula plicatilis, carnea, semiglobosa, S. 110. c).
Ostrea serrata, S. 110. b).
Exogyra planospirites, S. 110. b).
Lima Hoperi, S. 110. b).
Spondylus spinosus, S. 110. b).
Inoceramus, mehre Arten, S. 110. b).
Cuculaea carinata, S. 110. a).
Nummulina Faugasii, S. 112.
Belemnites mucronatus, S. 111.
Ammonites Rhotomagensis und *Coupei*, S. 112. b).
Hamites, S. 112. b).
Baculites, „ 112. b).
Turrilites, „ 112. b).
Galeus pristodontus (Haifischzähne), S. 114.
Lamna acuminata (Zähne), S. 114.
Pagurus Faugasii.
Ptychodus (Zähne), S. 114.
Mosasaurus Hofmanni, S. 114. 3).

Die Feuersteine enthalten aufserdem zahlreiche Infusorien, z. B. *Poridinum*, *Xanthidium*, und Ehrenberg glaubt sogar, dafs sie gröfstentheils aus solchen Thierchen entstanden sind. Auch hat er gefunden, dafs die Kreide selbst aus kleinen regelmäfsigen Körperchen zusammengesetzt ist.

Quadersandstein-Formation.

(Pläner, Grünsandstein, Sandstein von Pirna und *Gault*).

Allgemeines. Die Formation besteht in *Deutschland* aus einem Wechsel von Sandstein und Mergel mit Kalkstein und Thon.

Der Quadersandstein selbst erhielt seinen Namen wegen der eigenthümlichen Zerklüftung seiner Felsen. In

Deutschland ist derselbe gröfstentheils feinkörnig, gelblichgrau oder weifs, oder auch sehr eisenschüssig. Nur selten enthält er Grünerdekörnchen, die in *England* ganz bezeichnend für ihn sind und deshalb dort zu der Benennung Grünsand Veranlassung gegeben haben. Diese Benennung wird von einigen Geognosten auch auf die deutsche Formation übergetragen.

Der Pläner verdankt seinen Namen ebenfalls seiner Structur. Die Maurer der Gegend von *Dresden* nennen nämlich alle von Natur dünnplattenförmige Steine Pläner. Da nun in dieser Gegend die Brüche im Pläner (Mergel, Kalkstein und Sandstein) vorzugsweise solche Steine liefern, so ist dieser Ausdruck gewissermafsen als besondere Bezeichnung auf dieses Glied der Kreidegruppe übertragen worden. Bisher glaubte man, der sächsische Pläner liege über dem Quadersandsteine, Naumann hat jedoch neuerlich nachgewiesen, dafs er dazwischen liegt, wie das zum Theil nach Fr. Hoffmann auch in *Westphalen* und nach Zippe an der *Heuscheuer* in *Böhmen* der Fall ist. Danach hat man ihn also mehr dem englischen *Gault* als dem *chalk marl* zu vergleichen, wenn man nicht mit Römer (in *Hildesheim*) annehmen will, dafs der über ihm liegende, oft sehr mächtige und dem darunter befindlichen ganz ähnliche Sandstein der weifsen Kreide entspreche. Nur fortgesetztes Studium der Versteinerungen kann über diese Zweifel entscheiden; soviel ist jedoch gewifs, dafs der sächsische Pläner zwischen dem Sandsteine der *sächsischen Schweiz* liegt.

Auch der sandige Pläner enthält häufig Grünerdekörnchen, in *Böhmen* besteht er zum Theil aus sehr reinem, fast weifsem dichten Kalksteine, dort Opuka genannt.

Unter den in *Sachsen* vorhandenen Quadersandstein-Gebilden folgen in einem Theile *Westphalens* nach Römer die ihrer Versteinerungen wegen noch dazu zu rechnenden Hilsgebilde, nämlich

1) Hilsconglomerat bei *Schöppenstädt*, *Valberg* an der *Asse*, *Essen* an der *Ruhr* und *Salzgitter*, sowie

2) **Hilsthon** in der *Hilsmulde* und am *Deister*. Dieser letztere soll dem englischen *Speetow-clay* entsprechen.

Die Mächtigkeit der ganzen Formation schwankt zwischen 300′ und 1500′, in *Sachsen* und *Böhmen* erreichen die drei unteren Glieder allein 1500′.

Die Verbreitung innerhalb *Norddeutschland* wird durch folgende Hauptorte bezeichnet: *Habelschwerdt, Heuscheuergebirge* bei *Glatz, Wehrau* in der *Lausitz*, *Königshof* in *Böhmen, Bunzlauer Kreis, Tetschen, Schandau, Pirna, Tharand, Saatzer Kreis, Blankenburg* am *Harze, Teuteburger Wald.*

Die Sandsteine dieser Formation treten oft mit sehr auffallenden und malerischen Felsenformen hervor (*sächsische Schweiz, Adersbach, Teufelsmauer* am *Harz*). Der durch sie gebildete Boden ist selten fruchtbar, zum Glück aber sind die Thalsohlen und die breiten Sandsteinplateaus häufig mit Diluvial- und Alluvialgebilden bedeckt. Oft ist im Sandsteingebiete der Mangel an Quellen sehr fühlbar. Die Mergel- und Kalksteinglieder bilden flache und gewöhnliche Formen, dagegen aber einen meist fruchtbaren Boden.

Specielle Gliederung. Die vielbewunderten Thäler, Schluchten und Felsenpfeiler der sogenannten *sächsischen Schweiz* sind eine Folge der eigenthümlichen Zerklüftungsverhältnisse des Quadersandsteines. Die hier horizontal liegenden Schichten desselben sind nämlich vielfach von unter sich ziemlich rechtwinkeligen Klüften durchschnitten, wodurch eine quaderförmige Absonderung hervorgebracht wird, welche **Werner** zu der Benennung „Quadersandstein" veranlafste. Zugleich ist durch diese Richtungen die Norm für die äufseren Formen gegeben; die senkrechten Klüfte bedingen vertikale Felswände, die horizontale Schichtung veranlafst ebene Flächen auf den Höhen und in den Thälern, welche unmittelbar von den senkrechten Felswänden unterbrochen werden, wo nicht herunter gefallene Schuttmassen einen Uebergang durch steile Abhänge vermitteln. Dieser Norm zufolge besteht die *sächsische*

Schweiz aus flachen Hochplateaus — sogenannten Ebenheiten — durchschnitten von schroffen Thälern und Schluchten, und überragt von einzelnen mächtigen Felsenpfeilern, welche auf sich wieder kleine Plateaus tragen.

Der als Baustein berühmte und z. Th. auch zu Mühlsteinen benutzte Sandstein der *sächsischen Schweiz* besteht aus beiden, sehr mächtig entwickelten Gliedern, dem oberen und dem unteren Quadersandsteine, während der sie trennende Pläner hier sehr untergeordnet erscheint und zum Theil wohl ganz fehlt. Am oberen Fufse des hohen *Schneeberges* und im *Gottleubethale* sieht man ihn, durch eine fortlaufende Reihe von Quellen bezeichnet, noch deutlich dazwischen lagern, weiter nordöstlich nach *Schandau* zu verschwindet er. Dieser Pläner nimmt aber westlich aufserordentlich an Mächtigkeit zu, wo dagegen die obere Abtheilung des Quadersandsteines fehlt und auch die untere nur gering entwickelt ist. Der Mangel der oberen Sandsteinabtheilung hat lange Zeit zu der irrthümlichen Stellung des Pläners — parallel dem Kreidemergel — Veranlassung gegeben. Das durch zwei tiefe Bohrlöcher erforschte Becken von *Dresden* ist offenbar eine gröfstentheils mit Sandstein und Pläner erfüllte, sehr auffallende Vertiefung. Bei 856′ Bohrtiefe hat man noch nicht den Granit oder Syenit erreicht, welche zu beiden Seiten an den Gehängen des *Elbthales* hervortreten und bei *Meifsen* den Thalboden selbst bilden. Denkt man sich hier den Sandstein und Pläner hinweg, so bleibt an dieser Stelle ein Landsee, dessen Boden über 500′ unter dem Meeresspiegel liegt, während sich sein Wasserstand 300′ darüber erhebt; was jetzt seiner Lage nach ein Landsee sein würde, ist jedoch damals Meeresboden gewesen und deshalb mit Meeresablagerungen erfüllt. Gewifs ein recht auffallendes Resultat geognostischer Untersuchung.

Der Sandstein der *sächsischen Schweiz* ist als Gestein sehr einförmig, weifs oder gelblich, hier und da eisenschüssig, dadurch braun gefleckt, geflammt oder gestreift, meist von mittlerem Korne, jedoch auch fein- und grobkörnig, eisenschüssige Nieren sind fast die einzigen fremdartigen Bei-

mengungen. Die vorkommenden Gesteinsvarietäten sind zwar für den Steinbrecher von großer, für den Geognosten aber von geringer Wichtigkeit. Die Schichten erreichen 20 bis 30′ Mächtigkeit, sind aber in der oberen Region der Felsen in der Regel viel dünner als in der Tiefe. Die wunderbaren Felsenformen dieses Sandsteins, schlanke Pfeiler, überhängende Wände, mächtige Grotten und Thorwege, sind hinreichend bekannt.

Etwas zusammengesetzter zeigt sich der zwischen den Sandstein gehörige Pläner besonders bei *Dresden*, wo er unbedeckt zu einer außerordentlich mächtigen Entwickelung gelangt ist. Herr Dr. Geinitz hat hier folgende einzelne Glieder desselben unterschieden:

1) hellgrauen Plänerkalkstein (*Strehlen, Weinböhla*) 30—50′ mächtig, in *Böhmen* als Opuka weit mächtiger, reiner und hellfarbiger,
2) dunkelaschgrauen Plänermergel (*Tunnel* bei *Oberau*) 30—40′ mächtig, und
3) sandigen Mergel und Sandstein mit Grünerdekörnchen, dadurch graulichgrün, in seiner untersten Region oft conglomeratartig, durch eingemengte Geschiebe der benachbarten Gesteine (*Tunnel* bei *Oberau*).

Darunter gehört der untere Quadersandstein.

In den Bohrlöchern der beiden *Dresdener* artesischen Brunnen dürfte jedoch die Gesammtmächtigkeit der Plänergebilde noch weit beträchtlicher sein, als aus obigen einzelnen Angaben hervorgeht, sie läßt sich hier nach den freilich etwas unzuverlässigen Bohrmehlproben auf 760′ schätzen. Auch die Schichtenfolge ist da etwas anders.

Organische Reste. Die wesentlichen organischen Reste der Quadersandstein-Formation rühren sämmtlich von Meeresbewohnern her, denn die wenigen darin gefundenen Theile von Landpflanzen sind offenbar nur als zufällig hineingerathen anzusehen. Mollusken und einige Radiarien sind durchaus vorherrschend, Zoophyten, Crustaceen und Fische erscheinen nur untergeordnet.

Besonders bezeichnend hinsichtlich der einzelnen Glieder sind:

Für den oberen Quadersandstein und den Pläner:

Spongites Saxonicus, S. 109. 5)
Micraster cor anguinum, S. 110. 3)
Cidaris variolaris, S. 110. 3).
Serpula gordialis und *septemsulcata*, S. 112. V.)
Pecten notabilis, S. 110. b)
Spondylus spinosus und *truncatus*, S. 110. b)
Inoceramus striatus, *Cuvieri* u. *ornulatus*, S. 110. b)
Avicula gryphaeoides.
Terebratula ovoides, *alata*, *plicatilis*, *pisum* und *semiglobosa*, S. 110. c)
Rostellaria Parkinsonii, S. 111. b)
Belemnites mucronatus, S. 111. α)
Nautilus elegans, S. 111. β)
Ammonites, *Rhotomagensis*, *Sussexiensis* und *Falcatus*, S. 112. b)
Turrilites, S. 112. b)
Scaphites aequalis, S. 112. b)
Ptychodus (Zähne) S. 114. VIII.)
Squalus cornubicus (sogenannte Haifischzähne).
Coprolithen (zapfenartig), S. 114, VIII.

Für den unteren Quadersandstein:
Nucleolites testudinarius, S. 110. 3)
Sphaerulites Saxonicus, S. 110. IV.)
Terebratula octoplicata, S. 110. c)
Exogyra columba und *halitoidea*, S. 110. b)
Gryphaea vesicularis, S. 110. b)
Inoceramus Cuvieri, *mytiloides* und *concentricus*, S. 110. b)
Ostrea carinata, S. 110. b)
Pecten aequicostatus, *quadricostatus* und *quinquecostatus*, S. 110. b)
Pinna tetragona, S. 110. b)

Für den Hilsthon:
Isocardia angulata, S. 110. a.
Glyphaea ornata, S. 113, VI., 3.
Ammonites asper, S. 112, b.

Die meisten von diesen, für die einzelnen Glieder angeführten Leitmuscheln sind jedoch keineswegen auf diese

Glieder beschränkt, sondern nur in denselben am häufigsten; sehr viele Arten gehören sogar der Kreide und dem Quadersandsteine gemeinschaftlich an. Dasselbe gilt bei allen folgenden Gruppen.

Gewisse fingerdicke, oft etwas flach gedrückte, zwei- oder dreitheilig sich verzweigende wulstförmige Körper mit kopfartig verdickten Stellen, welche wahrscheinlich von Scyphien oder Alcyonien herrühren, sind für den oberen und unteren Quadersandstein, sowie für den sandigen Pläner, aufserordentlich charakteristisch.

Waldformation.

(Wälderthon, Niederschöna-Schichten, Wealdenformation).

Allgemeines. Diese Formation ist vorzüglich in *England* entwickelt, deshalb von dort aus zuerst bekannt worden, und in *Deutschland*, wie es scheint, nur hier und da durch analoge, von den englischen jedoch ziemlich abweichende Schichten repräsentirt, z. B. an der *Porta Westphalica*, am *Deister*, am *Osterwald* und zu *Niederschöna* bei *Freiberg*. Etwas Weiteres läfst sich über ihre Verbreitung nicht mit Bestimmtheit angeben, und so ist denn auch ihr Einflufs auf die Gebirgsoberfläche *Deutschlands* höchst unbedeutend, in England aber gestaltet sie flachhügeliges fruchtbares Land am Fufse der Grünsand- und Kreideberge.

Specielle Gliederung in Deutschland. In *Westphalen* sind es Sandsteine und bituminöse Schiefermergel mit Kohlen-, Kalk- und Eisensteinlagern, welche, Süfswasserorganismen enthaltend und gegen 800′ mächtig unter dem Quadersandsteine lagernd, die englische Wealdenformation repräsentiren.

Bei *Niederschöna* wechseln Sandsteinschichten drei- bis viermal mit sandigem dunkelfarbigen Schieferthon und Schiefermergel, welche zum Theil etwas bituminös sind, Spuren von Kohlen und sehr viele Reste von Landpflanzen enthalten. Diese Schichten, deren Gesammtmächtigkeit kaum 40′ beträgt, lagern unmittelbar unter dem eigentlichen Quadersandsteine mit Meeresmuscheln, von dem sich die Sandstein-

schichten von *Niederschöna* dem Gesteine nach nicht unterscheiden lassen.

Vielleicht gehören hierher auch die, Kohlen- und Pflanzenreste enthaltenden Quadersandsteinglieder *Schlesiens*.

Organische Reste. Land- und Süfswassergeschöpfe.

In *England* läfst die Vegetation wie die Thierwelt auf eine sumpfige Ufergegend und auf warmes Klima schliefsen, es sind Ueberreste von Schilfpflanzen, Farren und Cycadeen, Süfswassermollusken und grofse Reptilien in Menge. Als besonders bezeichnend verdienen folgende genannt zu werden.

Sphaenopteris Mantelli, S. 106. 7)
Nilsonia Brongniarti, S. 107. 8)
Endogenites erosa (*Porosus marginatus*), S. 107. oben und 108.
Paludina elongata u. *fluviorum*, S. 111. b)
Cyclas membranacea u. *media*, S. 110. a)
Cypris Valdensis, S. 113. VI. 3)
Phytosaurus, S. 114. 3)
Hylaeosaurus, S. 114. 3)
Iguanodon Anglicum, S. 114. 3)

In *Westphalen*:

Cyrena (viele Arten).
Cypris Valdensis u. *tuberculata*, S. 113, VI., 3.
Unio Mantelli, S. 110, a.
Potamites carbon.

Diesen Süfswasserthieren sind auch einzelne Meeresmuscheln beigesellt.

Bei *Niederschöna* in *Sachsen* herrschen eigentliche Waldpflanzen durchaus vor, und nur eine einzige Süfswassermuschel (*Anodonta*) ist bis jetzt darunter gefunden worden. Die Pflanzenreste bestehen aus vielerlei, bis jetzt gröfstentheils noch nicht benannten Dikotyledonenblättern, Coniferenzweigen und Zapfen, undeutlichen Stammtheilen, Farren, Lycopodien und Cycadeen. Bereits bestimmt sind hiervon z. B. folgende:

Pecopteris linearis u. *Schönae,* S. 106. 7)
Chiropteris, mehre Arten, S. 106. 7)
Credneria, mehre Arten, S. 107. 13)

Literatur.

Die Kreidegruppe ist in *Deutschland* noch nicht umfassend bearbeitet worden, zu ihrer allgemeinen Kenntniſs haben besonders französische und englische Werke beigetragen, namentlich die S. 125. erwähnten von Alexander Brongniart, Mantell und Fitton.

Ueber die einzelnen Glieder der Gruppe in Deutschland finden sich einige wichtige Materialien in folgenden Schriften:

F. Hoffmann — Uebersicht der orographischen und geognostischen Verhältnisse vom nordwestlichen Deutschland. 1830.

Zippe — die Flötzgebirge Böhmens (für die Schriften der patriotisch-ökonomischen Gesellschaft) 1835.

B. Cotta — geognostische Wanderungen I. und II. (1836 u. 1838.)

B. Geinitz — Charakteristik der Schichten und Petrefacten des sächsischen Kreidegebirges. H. 1. 1839.

Ehrenberg — die Bildung der europäischen, libyschen und arabischen Kreidefelsen und des Kreidemergels aus mikroskopischen Organismen. 1839.

Römer in Hildesheim beabsichtigt, ein gröſseres Werk über die deutsche Kreidegruppe herauszugeben.

VII.

Juragruppe.

Kalksteine, theils dichte, theils oolithische, herrschen in dieser Gruppe am meisten vor, nächst ihnen Dolomit, Mergel, Thon und Sandstein. Sie ist weit verbreitet über *Deutschland, England, Frankreich, Italien,* die *Schweiz* und *Polen* und steigt zu bedeutenden Gebirgen an, z. B. in der 4000 bis 5000′ hohen *Jurakette*, von der sie ihren Namen herleitet. Sie besteht aus zwei Meeresformationen, deren obere durch hellfarbige Kalksteine und Korallenriffe charakterisirt wird, während die untere durch dunkle Kalksteine und Schiefer sich auszeichnet; an der Gränze beider herrscht Eisenoxyd als färbender Stoff vor.

Uebersicht der Juragruppe.

Formationen.	In Deutschland nach L. v. Buch.	Allgem. nach Bronn.	In England.	
	Nerineenkalk.	Portlandstein.	*Portlandstone.*	Oberer Jura.
		Kimmeridge-Thon.	*Kimmeridge Clay.*	
	Lithogr. Kalkschiefer.	Lithgr. Kalkst.		
	Kalkstein u. Dolomit (mit Höhlen).	Korallenkalk.	*Coral-Rag.*	
Juraformation.	Mergel (u. Eisenrogenstein nach Fromherz).	Weifser Jurakalk.		
		Oxford-Thon.	*Oxford-Clay.*	Mittlerer Jura.
	Thon.	Cornbrasch.	*Cornbrash.*	
		Forestmarble.	*Forest-Marble.*	
	Sandstein (und Rogenstein).	Kleinkörniger Oolith.	*Bath-Oolite.*	
		Walkerde.	*Fullers-Earth.*	
	Thon.	Unt. dicht. Jurakalk.		
		Ob. Lias-Sandstein.		
Liasformation.	Liasschiefer (Possidonienschiefer). Liaskalk. Lias-Sandstein.	Liasschiefer. Liaskalkstein. Unt. Lias-Sandstein.	*Lias.*	Unterer Jura.

Juraformation.
(Oolithformation).

Allgemeines. In der oberen Region dieser Formation herrschen hellfarbige, weiſse bis erbsengelbe Kalksteine durchaus vor. Sie sind es, die das mächtige Juragebirge wesentlich constituiren und durch deren Wiedererkennung der Name Jurakalk zuerst auf andere Länder übergetragen worden ist. Nächst ihnen sind Rogenstein und Dolomit, welcher letztere vielfach von Höhlen durchzogen ist, und in der unteren Region eisenschüssige Sandsteine, Eisenrogenstein, Mergel und Thon sehr bezeichnend für die Formation, welche über einen groſsen Theil des westlichen *Deutschlands* verbreitet ist. Südlich: am ganzen nördlichen Abhange der *Alpen* entlang vom *Genfer See* bis *Wien* und als ein breiter Streif von der *schwäbischen Alp* über *Regensburg* bis beinahe nach *Coburg*, nördlich: vom *Teutoburger Walde* über *Minden*, *Bückeburg* und *Hildesheim* nach *Braunschweig* und *Helmstädt*.

In den versteinerungsreichen Jura-Kalksteinen finden sich oft den Feuersteinen der Kreide entsprechende Hornsteinpartieen, übrigens aber sind dieselben ziemlich rein von fremdartigen Beimengungen. Die steilen Abhänge der Jurakalk- und Dolomitberge haben meist ein steriles Ansehen, auf den flachen Höhen und in den weiten Thälern und Auen sind diese Gesteine oft mit recht fruchtbarem Boden bedeckt, noch günstiger für die Vegetation zeigen sich jedoch stets die Thone und Mergel der Formation.

Specielle Gliederung. Die baierische Juraformation hat nicht nur durch die zahlreichen Knochenhöhlen des Dolomites, sondern auch durch die *Solenhofer* lithographischen Kalksteine eine gewisse Berühmtheit erlangt, die mich veranlaſst, dieselbe hier als Beispiel zu benutzen, obwohl sie nicht alle Formationsglieder enthält.

Die bewaldeten Berge der Grafschaft *Pappenheim* tragen auf ihren Höhen die Ueberreste einer jetzt von Thaleinschnitten durchfurchten, dünn und regelmäſsig geschichteten, horizontalen Kalksteinplatte. Das Gestein ist auſseror-

deutlich rein und dicht, weifs, gelb oder grau, und diese Eigenschaften in Verbindung mit der dünnen regelmäfsigen Schichtung machen es zu dem Zwecke geeignet, zu welchem es bei *Solenhofen* in grofser Menge gewonnen wird. Leopold v. Buch bemerkt sehr treffend, die Höhen jener Berge glichen, aus der Ferne gesehen, grofsartigen Festungswerken, weil sie von allen Seiten angebrochen und mit mächtigen weifsen Schuttwällen umgeben seien. Weithin hört man den hellen Klang der bei dem Zurechtschlagen der 1 bis 4 Zoll dicken Schichtplatten zu lithographischen Steinen entsteht. Die Platten, welche durch noch geringere Dicke, oder durch Ammoniten, Fische oder andere Versteinerungen zur Lithographie untauglich sind, werden zum Dachdecken, zu Thür- und Fenstergewänden, Tischplatten und dergleichen verwendet; sie wurden dazu schon lange vor Erfindung der Lithographie abgebaut und durch die *Donau* bis nach *Asien* verführt.

Auf Klüften sind diese Platten oft mit wunderschönen Dendriten bedeckt, welche von Braunstein und Eisenoxyd gebildet werden, auch zuweilen etwas in das Innere des Gesteins eindringen. Die regelmäfsige dünne Schichtung verliert sich in den 20 bis 40′ hohen Steinbrüchen gegen unten immer mehr, der lithographische Schiefer geht in einen gewöhnlichen dichten Kalkstein über, und dieser bald genug in hellfarbigen Dolomit, welcher, 50 bis 100′ mächtig, wieder auf gelblichem dichten Kalksteine ruht. Dieser Dolomit ist aber eben so wenig ein allgemein verbreitetes Glied der Juraformation, als der darauf liegende Kalkschiefer, beide sind örtliche Gebilde.

Weite Spalten, Trichter und Höhlen des Kalksteins und Dolomites sind mit Lehm, Knochen und Bohnerz erfüllt, welches letztere bei *Eichstädt* vielfach gewonnen und auf Eisen verschmolzen wird.

Die Juraschichten unter dem Kalksteine, die Thone, Rogensteine und Sandsteine anderer Gegenden sind in der Grafschaft *Pappenheim* nicht deutlich zu beobachten, wie denn auch der über den lithographischen Kalkstein gehörende Nerineenkalk hier fehlt.

Organische Reste. Die Juraformation enthält fast nur Reste von Meeresgeschöpfen, diese aber oft in sehr grofser Zahl. Korallen, ganze Felsen bildend, Seesterne, Echiniten, Muscheln, Ammoniten, Belemniten, Sepien, Fische und Saurier, seltener auch Reste von Insecten und Meerpflanzen. Auffallend ist es, dafs die besonders schön erhaltenen Versteinerungen des lithographischen Kalksteins fast nur von schwimmenden und fliegenden Thieren herrühren, während die am Boden des Meeres lebenden Korallen, Muscheln u. dergl., welche im unteren Jurakalke so häufig sind, in jenem vermifst werden. Dieser lithographische Kalkstein enthält zugleich einige der wunderbarsten fossilen Thierformen, namentlich jene, den Drachen der Mährchenwelt ähnlichen geflügelten Eidechsen, die Pterodaktylen.

Hinsichtlich der einzelnen Glieder der Formation sind namentlich folgende Versteinerungen sehr bezeichnend:

Für den Nerineenkalk:

Nerinea supra jurensis und *tenebra*,
Pinna granulata,
Pterocera oceani,
Terebratula triloba, *insignis* u. *substriata*,
Diceras arietina.

Für den lithographischen Kalkstein:

Ammoniten, S. 112.
Sepien, S. 112, B.
Eryon artiformis, S. 113, VI., 3.
Megachirus,
Caturus,
Libellula, S. 114, 6.
Pterodactylus longirostris, S. 115.

Für den dichten Jurakalk:

Scyphia cylindrica und *costata*, S. 109, 5.
Tragos acetabulum, S. 109.
Astraea helianthoides, S. 109, 3.
Cidarites coronatus, S. 110, 3.
Galerites depressus, S. 110, 3.
Apiocrinites mespiliformis, S. 109, III., 1.
Terebratula lacunosa, S. 110, c.

Nautilus aganiticus, S. 111, β.
Ammonites polygyratus, *polyplocus*, *flexuosus*, *inflatus*, S. 112, b.
Belemnites semisulcatus, S. 111, α.

Für die Thone, Mergel, Rogensteine und Sandsteine der unteren Abtheilung:

Cidarites maximus, S. 100, 3.
Gryphaea dilatata, S. 110, b.
Pholadomia Murchisoni, S. 110, a.
Trigonia (Liriodon) navis, S. 110, a.
Lima proboscidea, S. 110, b.
Pecten disciformis, S. 110, b.
Ostrea Marshii, S. 110, b.
Terebratula varians, S. 110, c.
Cerithium muricatum, S. 111, b.
Belemnites canaliculatus, *giganteus*, *Aalensis*, S. 111, α.
Ammonites Jason, *Koenigii*, *sublaevis*, *Murchisonae*, *Discus*, *Herveyi*, S. 112, b.

In dem Dolomit sind nur selten deutliche Versteinerungen zu finden, zahlreiche Spuren davon deuten aber an, dafs nicht die Periode seiner Ablagerung, sondern die Natur des Gesteins hiervon die Ursache ist, indem sich dasselbe entweder weniger zur Abformung und Erhaltung organischer Körper eignete, oder indem es nach seiner Entstehung eine Veränderung erlitten hat, wodurch die Formen der Organismen meist zerstört worden sind.

Liasformation.

Allgemeines. Dunkelfarbige, oft bituminöse Mergelschiefer und ähnliche Kalksteine bilden die charakteristischen Glieder dieser Formation; untergeordnet und zugleich unter jenen lagernd erscheint Sandstein. Der Name stammt aus dem Englischen von *Layers* (Lager). In *Deutschland* zeigt sich der Lias fast überall in der Nähe des Jurakalkes, namentlich tritt er an den gegen ältere Formationen gerichteten Rändern der S. 210 bezeichneten Jurabergketten hervor und breitet sich teppichartig am Fufse derselben aus.

Isolirte Theile dieser Ausbreitung finden sich auch entfernt von den Juraketten, z. B. bei *Stuttgart* und bei *Bruchsal* in *Baden*. Nirgend erreichen die Liasglieder in *Deutschland* beträchtliche Höhen über dem Meere, und auch ihre Mächtigkeit steigt nur bis zu einigen hundert Fufs an.

Die dunkeln Schiefer und Kalksteine dieser Formation, welche auch geringmächtige Pechkohlenlager enthalten, sind oft so mit Bitumen geschwängert, dafs sie bei'm Reiben stark stinken und wegen ihrer dunklen Farbe für Kohlenschiefer gehalten werden könnten, wovon sie sich jedoch durch viele und sehr charakteristische Reste von Meeresthieren leicht unterscheiden lassen. Diese Versteinerungen sind oft in Schwefelkies umgewandelt, welcher auch aufserdem sich häufig eingemengt findet.

Der Liasschiefer *Würtembergs* enthält an einigen Stellen so viele Muscheln einer *Posidonia*-Art, dafs man ihn deshalb Posidonienschiefer genannt hat.

Die Sandsteine der Formation sind vielfach gefärbt, theils kalkig, theils sehr eisenschüssig.

Die Liasgegenden sind meist flach, der Boden ist fruchtbar, und nicht selten dringen mineralische oder Erdölquellen aus ihm hervor.

Specielle Gliederung. In *Würtemberg* unterschied Graf Mandelsloh folgende einzelne Glieder in dieser Ordnung:

Dunkler Liasschiefer, zwölfmal mit Kalk- und Mergelschichten wechselnd.	Oberer Lias.
Dichter Kalkstein mit Gryphiten und dazwischen liegenden schwachen Mergelschichten	Unterer Lias.
Gelber unterer Lias-Sandstein.	
Dichter Kalkstein und Mergel.	
Gelber unterer Lias-Sandstein.	
Bräunlicher Sandstein.	

Organische Reste. Die Liasformation umschliefst ganz besonders die Reste vieler Saurier, Fische, Belemniten, Ammoniten und Strahlthiere; Muscheln und Korallen sind verhältnifsmäfsig weniger häufig in ihr. In den Schiefern werden hier und da auch ziemlich viele Meerespflanzen gefunden.

Besonders bezeichnend sind:

Für die obere Abtheilung (den Schiefer und Kalkstein):

Pentacrinites subangularis und *Briareus*. S. 109. III. 1.
Inoceramus gryphoides, S. 110. b.
Gryphaea cymbium S. 110. b.
Pholadomya ambigua, S. 110. a.
Posidonia Bronnii, S. 110.
Trigonia (Lyriodon) navis, S. 110. a.
Terebratula nummismalis und *tetraedra*, S. 110. c.
Belemnites digitalis, *paxilosus* und *acuarius*, S. 111. α.
Ammonites fimbricatus, *radians*, *annulatus*, *Serpentinus*, *Bechei*, *capricornus*, *Amaltheus*, S. 112. b.
Lepidotus gigas, S. 114. VIII.
Tetragonolepis, S. 114. VIII.
Ichthiosaurus tenuirostris, *communis* und *platyodon*, S. 114. 3.

Für die untere Abtheilung (Sandstein und Kalkstein):

Unio concinna. S. 110. a.
Pinna Hartmanni, S. 110. b.
Gryphaea arcuata, S. 110. b.
Spirifer Walcotti, S. 110. c.
Nautilus aratus, S. 111. β.
Ammonites Bucklandi, *Conybeari*, *Brookii* und *rotiformis*, S. 112. b.

Literatur

zur Juragruppe.

Graf v. Mandelsloh — geognostische Profile der schwäbischen Alp. 1834.
Fromherz — die Juraformation des Breisgaues 1838.
v. Buch — über den Jura in Deutschland. 1839.
Römer — die Versteinerungen des norddeutschen Oolithengebirges. 1835 und 1836.

Triasgruppe.

(Keuper, Muschelkalk und bunter Sandstein).

Uebersicht.

Formationen	Glieder in *Thüringen.*	Glieder in *Schwaben.*
Keuper.	Keupersandstein. Gyps und Mergel. Thon und Lettenkohle.	Keupersandstein. Gyps mit Mergel, Salzthon und Steinsalz. Dolomit. Sandstein. Lettenkohle mit Schieferthon, Mergelschiefer u. Gyps.
Muschelkalk.	Ammonitenkalk. Saurierdolomit. (Selten Gyps u. Thon). Terebratulakalk, mit Mergel abwechselnd. Wellenkalk.	Dolomit. Kalkstein von *Friedrichshall.* Mergel mit Hornstein, Thon, Sandstein u. Anhydrit. Gyps, Steinsalz, Thon und Stinkkalk. Wellenkalk.
Bunter Sandstein.	Rother u. grüner Schieferthon oder Mergel mit Fasergyps. Gyps. Sandstein (roth u. weifs). Rother Thon u. Mergel.	Bunter Schieferletten. Sandstein (Vogesensandstein).

Diese Gruppe wiederholt sich in vielen Gegenden *Deutschlands* mit grofser Gleichförmigkeit, setzt auch in *Frankreich* ähnlich fort, wird aber in *England* durch einen einförmigen rothen Sandstein (*New red sandstone*) vertreten. v. Alberti vereinigte zuerst Keuper, Muschelkalk und bunten Sandstein unter der Benennung Trias, eben weil sie alle drei in der Regel zusammen vorkommen. Im *Schwarzwalde* steigen diese Schichten bis zu sehr bedeutenden Höhen an, treten aber übrigens für gewöhnlich in *Deutschland* nicht in die eigentlichen Gebirge ein, sondern

constituiren mehr die Vorberge, Hügelland oder flache Gegenden (*Thüringen*). Besonders wichtig ist diese Gruppe durch ihren Salzgehalt.

Keuperformation.

Allgemeines. Das vorherrschende und bezeichnendste Gestein der Formation ist feinkörniger, meist grauer oder gelblicher Sandstein, welcher, in Nord-Baiern und bei *Coburg* vom Volke »Keuper« genannt, zu der Benennung der ganzen Formation Veranlassung gegeben hat. Mit diesem Sandsteine wechseln gewöhnlich Thon- und Mergelschichten, welche besonders in der unteren Region sehr überhand nehmen und Gyps- und Dolomitlagen einschliefsen.

Die Mächtigkeit der Formation beträgt 100 bis 600′, sie ist bis jetzt nur im westlichen *Deutschland* und im östlichen *Frankreich* bekannt. In *Deutschland* läfst sich ihre Verbreitung durch folgende Hauptorte bezeichnen: *Osnabrück*, *Pyrmonts* Umgebungen, *Lichtenau*, *Elze*, *Königslutter*, *Helmstädt*, *Göttingen*, *Erfurt*, *Gotha*, *Baireuth*, *Coburg*, *Bamberg*, *Nürnberg*, *Anspach*, *Heilbronn*, *Stuttgart*, *Tübingen*, *Blomberg* und *Basel*. Der Keuper ist demnach vorzugsweise in den Flufsgebieten des *Rheins* und der *Weser* heimisch.

Die Keupergegenden sind meist flachhügelig und fruchtbar, nur da, wo der Sandstein sehr vorherrscht, finden sich felsige Thäler, getrennt durch weniger fruchtbare Plateaus.

Specielle Gliederung. In *Schwaben* erreicht die Keuperformation eine Mächtigkeit von 400′ und besteht nach v. Alberti aus folgenden einzelnen Gliedern:

1) Sandstein von *Tübingen* mit Fisch- und Saurierresten.
2) Grobkörniger Sandstein mit Landpflanzenresten.
3) Fester Mergel mit Meeresmuscheln.
4) Sogenannter Schilfsandstein, mit bunten Mergeln wechselnd, Landpflanzenreste enthaltend.
5) Gyps, Anhydrit und bunter Mergel, Salzthon und Steinsalz ohne Versteinerungen.
6) Gyps mit Saurier- und Fischresten, sowie auch Meeresmuscheln
7) Dolomit mit ähnlichen Versteinerungen.
8) Rauchgrauer Kalkstein mit Meeresmuscheln.
9) Sandstein mit Landpflanzen, Saurier- und Fischresten.

10) **Schieferthon, Mergelschiefer und Gyps mit 6 bis 8 Zoll mächtiger Lettenkohle, darin Landpflanzen, Meeresmuscheln und Fischreste.**

Diese sogenannte Lettenkohle, ein Mittelding zwischen Braun- und Steinkohle, ist ihrer geringen Mächtigkeit wegen nicht bauwürdig, für den Geognosten aber durch ihre ganz ähnliche Wiederholung in *Thüringen* (z. B. bei *Mattstädt*) recht wichtig.

Organische Reste. Der Keuper ist im Allgemeinen arm an Versteinerungen; ganze Gegenden sind entblöfst davon. Hier und da findet man darin (wie aus vorstehendem Beispiele hervorgeht) in einigen Schichten Landpflanzen, z. B. Farren und Equisetaceen, in anderen Knochen von Sauriern, Fischreste oder Meeresmuscheln. Die bezeichnendsten dieser Versteinerungen sind:

Für den oberen Sandstein:

Calamites arenaceus, S. 105, 4.
Equisetum arenaceum, S. 105, 4.
Pterophyllum Jägeri, S. 107, 8.
Farrenwedel.
Mya mactroides, S. 110, a.
Gyrolepis tenuirostris, S. 114. VIII.
Saurierknochen.

Für die mittleren Glieder, (Gyps, Mergel, Dolomit und Kalkstein):

Myophoria (Trigonia) Goldfusii, vulgaris, curvirostris, S. 110, a.
Avicula socialis, S. 110, b.
Saurier- und Fischreste.

Für die unteren Glieder, Sandstein und Lettenkohle:

Calamites, S. 105, 4.
Equisetum, S. 105, 4.
Pterophyllum, S. 107, 8.
Pecopteris, S. 106, 7.
Toeniopteris, S. 106, 7.
Posidonia Keuperina, S. 110.
Saurier- und Fischreste.

Muschelkalk - Formation.

Allgemeines. Dichter Kalkstein, meist von blaulichgrauer Farbe, ist durchaus das vorherrschende Gestein, einige sehr muschelreiche Schichten haben zu der Benennung Muschelkalk Veranlassung gegeben, die für einen grofsen Theil der Formation keineswegs ganz passend ist. Der Kalkstein geht zuweilen durch Aufnahme von Talkerde in Dolomit über. Die unteren, meist nur je ein bis zwei Zoll dicken Schichten der Formation zeichnen sich durch ein eigenthümliches, knotiges, auf den breiten Flächen wellenförmiges Ansehen aus und sind defshalb Wellenkalk genannt worden. Die mittlere Region besteht in *Schwaben* aus Gyps, Thon und Steinsalz, welche in *Thüringen* und *Westphalen* theils ganz fehlen, theils nur in geringer Ausdehnung vorhanden sind.

Der Muschelkalk, welcher eine Mächtigkeit von 500′ bis 1000′ erreicht, bildet häufig breite, von einzelnen tiefen Thälern durchschnittene Plateaus oder schmale und lange Bergrücken mit steilen und wenig fruchtbaren Abhängen. Auf den Höhen der Plateaus ist der Boden oft etwas zu flachgründig und an ihren steilen Abhängen zu steinig für eine gute Vegetation; wo aber diese Uebelstände nicht stattfinden, oder wo sich der Muschelkalk in Auen herabsenkt, da liefert er einen vortrefflichen fruchtbaren Kalkboden.

Diese Formation findet sich aufser dem östlichen *Frankreich* und westlichen *Deutschland* auch in *Schlesien* und *Polen* wieder, während die dazwischen liegenden Königreiche *Böhmen* und *Sachsen* davon befreit sind. Eine unter den norddeutschen Diluvialablagerungen fortgesetzte Verbindung jener abgesonderten grofsen Muschelkalkpartieen ist durch das Hervortreten derselben bei *Rüdigsdorf* unweit *Berlin* angedeutet. Uebrigens wird die Verbreitung der Formation in *Deutschland* ungefähr durch folgende Hauptorte angedeutet: *Zweibrücken*, *Donauschingen*, oberes *Neckarthal*, *Ludwigsburg*, *Bruchsal*, *Wimpfen*, *Jaxtthal*, *Würzburg*, *Schweinfurt*, *Meiningen*, *Eisenach*, *Stadt Ilm*, *Rudolstadt*, *Jena*, *Weimar*, *Naumburg*, *Querfurt*, *Ebeleben*,

Dingelstädt, *Kreuzburg*, *Göttinger-Wald*, *Dransfeld*, *Liebenau*, *Warburg*, *Peckelsheim*, *Brackel*, *Nieheim*, *Horn*, *Bielefeld*, die Berge um *Pyrmont*, *Osnabrück*, *Elmwald* in *Braunschweig* u. s. w.; dann im östlichen *Deutschland*: *Rüdigsdorf*, *Wehrau* und die Gegend südlich von *Tarnowitz*.

Specielle Gliederung. Der Muschelkalk *Thüringens* zeichnet sich meist durch hervorstechende Bergformen vor den übrigen Flötzgebirgen der Gegend aus. Er bildet breite Plateaus, welche sich oft mit schroffen Rändern einige hundert Fufs über die Ebenen, Auen und Thäler des bunten Sandsteins erheben, oder mit geneigter Schichtung flach unter die Niederungen des Keupers einsenken. Die schönsten Bergformen treten da hervor, wo jene Plateaus von Haupt- und Nebenthälern vielfach durchschnitten werden, wie bei *Jena* und *Naumburg*, oder wo die Schichten steil aufgerichtet sind, wie zwischen *Camburg*, *Eckartsberga* und *Frankenhausen*. Die schönen, aber kahlen Kegelberge, welche *Jena* umgeben, und deren scheinbar spitze Gipfel meist schmale lange Rücken sind, bestehen von oben nach unten aus folgenden Gliedern:

1) Dichter Kalkstein mit vielen Ceratiten.
2) Feinkörniger, fast dichter, gelblich grauer Dolomit mit Fisch- und Saurierresten.
3) Sogenannter „Mehlbatzen," ein fester, poröser, dick geschichteter Kalkstein, welcher als Baustein gebrochen wird, 4 bis 6′ mächtig.
4) Wellenkalk, dünn und wellig geschichteter blaugrauer dichter Kalkstein, zuweilen mit ähnlichen Kalkmergellagen wechselnd, 40 bis 50′ mächtig.
5) Terebratulakalk, compacter, dick geschichteter Kalkstein mit sehr vielen Terebrateln, 4 bis 8′ mächtig (dient als Bau- und Strafsenstein).
6) Wellenkalk, wie oben, 40 bis 50′ mächtig.
7) Festerer und hellfarbigerer Wellenkalk, 40 bis 50′ mächtig, bei Dornburg dünne Cölestinschichten enthaltend.
8) Bunter Thon und Mergel, zum bunten Sandsteine gehörig.

Organische Reste. Der Muschelkalk ist reich an Ueberresten vorweltlicher Meeresbewohner, doch sind die darin aufgefundenen Arten nicht so manchfach als z. B.

im Jurakalk. Es sind meist zweischalige Muscheln, wenige Schnecken, einige Strahlthiere, Fisch- und Saurierreste. Auffallend ist es, dafs im Muschelkalk und in allen tieferen Formationen nur sehr wenige Echiniten, keine Belemniten und keine eigentlichen Ammoniten mehr gefunden werden, welche alle in der Kreide- und Juragruppe so bedeutende Rollen spielen. Statt der Ammoniten tritt jedoch die sehr verwandte Gattung der Ceratiten nur im Muschelkalk auf, welche, früher zur Gattung *Ammonites* gerechnet, der grofsen Aehnlichkeit wegen auch jetzt noch oft so genannt werden. Auch Korallen sind im Muschelkalke selten, obwohl sie in den tieferen Formationen wieder sehr vorherrschen.

Besonders charakteristisch sind:

Für die oberen Glieder bis zur Gypsregion:

Encrinites liliiformis, S. 109, III., 1.
Ceratites nodosus, S. 112, b.
Nautilus bidorsatus, S. 111, β.
Delthyris flabelliformis, S. 110, c.
Fisch- und Saurierreste.

Für die unteren Glieder (Wellenkalk):

Terebratula vulgaris und *obovata*, S. 110, c.
Myophoria (Trigonia) vulgaris und *pes anseris*, S. 110, a.
Plagiostoma lineatum und *striatum*, S. 110, b.
Avicula socialis und *eduliformis*, S. 110, b.
Venus tumida, S. 110, a.
Ostrea spondyloides, S. 110. b.
Pecten laevigatus und *discites*, S. 110, b.

Formation des bunten Sandsteines.

Allgemeines. Die obere Region besteht gewöhnlich aus braunrothen und grünlichen Mergeln und Thonen mit dünnen Lagen von weifsem oder buntem Faser- und Blättergyps, welcher zuweilen mehr überhand nimmt und ein selbstständiges Glied bildet. Unter diesen Gesteinen folgt ein meist sehr einförmiger, feinkörniger, rother, gelber, weifser oder gestreifter Sandstein oft mit Thongallen, der

nur selten noch Thon- und Mergelschichten oder Rogenstein enthält. Unter dem Sandsteine folgt gewöhnlich wieder rother oder bunter Thon und Mergel, zuweilen mit Gyps und Steinsalz. Von den bunten Thon- und Mergellagen, sowie von den zuweilen im Sandstein vorkommenden farbigen Streifen und Flecken hat die Formation ihren Namen erhalten.

Die Mächtigkeit des bunten Sandsteins steigt bis über 1000′ an, hält sich jedoch gewöhnlicher zwischen 400 bis 600′. Im *Schwarzwalde* erreicht er beträchtliche Höhen über dem Meere, die *Vogesen*, sowie ein Theil des *Odenwaldes* und des *Spessarts* bestehen fast ganz daraus. Seine Bergformen sind einförmig und plump, einige schroffe Felsenthäler im bunten Sandsteine sind jedoch reich an pittoresken Formen, so das *Anweiler Thal* bei *Neustadt* an der *Haardt.* In Beziehung auf die Vegetation verhält er sich ähnlich wie der Quadersandstein. Die bunten Thone und Mergel bilden einen fetten Boden.

Die Formation des bunten Sandsteins ist in weit gröfserer Ausdehnung bekannt als die des Muschelkalkes. Auch in *Deutschland* ist er mit Ausnahme des südöstlichen Theiles weit verbreitet; einige bezeichnende Hauptorte sind: die Gegend nördlich von *Trier*, die *Haardt* in *Rheinbaiern*, die Abhänge des *Schwarzwaldes* und dessen Vorberge nach *Carlsruhe* zu, *Heidelberg*, der östliche Theil des *Odenwaldes*, der *Spessart*, *Fulda*, der südwestliche Fufs des *Fichtelgebirges* und des *Frankenwaldes*, die Vorberge des *Thüringer Waldes*, das *Saalethal* oberhalb *Jena*, die Gegend von da nach *Altenburg* zu, *Sangerhausen*, *Nordhausen* und fast der ganze *Harzrand*, der *Sollinger Wald*, *Kassel* und die Gegend von da nach *Marburg* zu. Isolirtere Partieen treten z. B. auch bei *Pyrmont*, *Hanover*, *Braunschweig*, *Helmstadt* und *Mügeln* in *Sachsen* auf.

Specielle Gliederung. Der süddeutsche bunte Sandstein ist im Allgemeinen weit einförmiger als der norddeutsche, in *Thüringen* besteht derselbe aus folgenden Gliedern:

1) Vielfacher Wechsel von braunrothem und grünlichgrauem Thon und Mergelschiefer, mit dünnen Lagen von weifsem und bunten, faserigem oder späthigen Gyps, festem Thonstein, Hornstein und Dolomit. Die Thonsteinschichten sind z. Th. reich an Muscheln (*Donax costata*) und enthalten auf der Unterseite eigenthümliche gestreifte und gewundene Wülste, nach Zenker *Rhyzocorallium Jenense*. (Bei *Jena* 50 bis 150′ mächtig.)
2) Gyps theils compact, dicht oder porphyrartig durch eingewachsene Gypskrystalle, oder blätterig und dünn geschichtet, von Fasergypsadern vielfach durchzogen auch Höhlenräume enthaltend. (Bei *Jena* 30 bis 50′ mächtig).
3) Sandstein feinkörnig, theils weifs, theils roth, oft mit Bittererdegehalt, zuweilen in den einzelnen Schichten von schrägen, unter sich parallelen bunten Streifen durchzogen.
4) Sandstein, feinkörnig, weifs oder grau, mit grünlich grauem Schieferthon und einzelnen Rogensteinschichten wechselnd. (*Pölzig*, *Weifsenfels*).
5) Rother Schieferthon und Mergel mit einzelnen Sandsteinschichten.

Organische Reste. Im Allgemeinen ist der bunte Sandstein aufserordentlich arm an organischen Resten, die oberen bunten Thone enthalten hier und da Meeresmuscheln, der Sandstein selbst einige Landpflanzen, Saurierreste und in gewissen Schichten Fährtenabdrücke vorweltlicher Thiere, von denen aufserdem in ihm noch keine Ueberreste mit Bestimmtheit nachgewiesen worden sind. Diese Fährtenabdrücke befinden sich gewöhnlich als Reliefs an der unteren Fläche von Sandsteinschichten, welche auf Thonlagen ruhen und die in diesen erfolgten Hohleindrücke ausgefüllt haben. Sie rühren, wie es scheint, von Säugethieren und Vögeln, oder zum Theil auch von Amphibien her (*Hildburghausen, Connecticut, Pölzig.*)

Hinsichtlich der einzelnen Glieder der Formation sind besonders bezeichnend:

Für den oberen bunten Thon und Mergel:

Rhyzocorallium Jenense.
Donax costata, S. 110, a.
Avicula, S. 110, b.
Trigonia, S. 110, a.

Natica Guillardotii, S. 111, b.

Für den Sandstein selbst:

Voltzia brevifolia, S. 107, 12.

Convallarites erecta, S. 107, 9.

Farren,

Calamiten (und Cactusartige Pflanzen).

Saurier (z. B. bei *Bärenburg*).

Literatur

der Triasgruppe.

v. Oeynhausen, v. Dechen und v. Laroche, geognostische Umrisse der Rheinländer 1825.

Fr. Hoffmann — Uebersicht der orographischen und geognostischen Verhältnisse v. nordwestl. Deutschland. 1830.

v. Alberti — die Gebirge des Königreichs Würtemberg. 1826.

v. Alberti — Monographie des bunten Sandsteines, Muschelkalkes und Keupers. 1834.

Wackenroder — Beiträge zur Kenntnifs des thüringischen Flötzgebirges. 1836.

Geinitz — Beiträge zur Kenntnifs des thüringischen Muschelkalkgebirges. 1837.

Zechsteingruppe.

Uebersicht.

Formation.	Gliederung.
Zechstein-formation.	**Stinkstein, Rogenstein, Dolomit** und **Gyps**, zuweilen mit kalkigem Eisenstein, Thon und Asche (in unbestimmter Folge). Darin Höhlenräume, sogenannte Gypsschlotten. **Zechstein**, ein dichter oder etwas poröser, grauer, meist stinkender Kalkstein. **Kupferschiefer**, dunkler bituminöser Mergelschiefer, oft mit Kupfererzgehalt. **Weifsliegendes** (Grauliegendes od. Sanderz), grauer oft conglomeratartiger Sandstein, häufig Kupfererze enthaltend.

Diese Gruppe wird nicht in mehre Formationen getrennt und doch als selbstständige Gruppe behandelt, weil die einzelnen Glieder unter sich in innigem Verbande stehen, von den darüber und darunter liegenden Sandstein- und Conglomerat-Formationen aber scharf abstechen.

Die bis jetzt bekannte geographische Verbreitung der Zechsteingruppe ist nicht bedeutend. Sie beschränkt sich wesentlich auf *Westphalen*, *Franken*, *Sachsen* und *Schlesien*. In *England* wird dieselbe durch den *Magnesian-Limestone* vertreten.

Zechsteinformation.

(*Kupferschiefer-Formation, alter Flötzkalk, sonst auch Gryphitenkalk genannt.*)

Allgemeines. Der Name «Zechstein» wurde in der Grafschaft *Mannsfeld* dem dichten Kalksteine über dem Kupferschiefer von den Bergleuten deshalb beigelegt, weil durch ihn die meisten Schächte der vielen Kupfergruben („Ze-

chen") niedergebracht worden sind. Davon ist die Benennung auf die ganze Formation übergetragen worden, deren Mächtigkeit 400′ wohl nirgends übersteigen dürfte. Der Zechstein mit seinen zugehörigen Gliedern erscheint gewöhnlich als schmaler Streifen an den Rändern von Gebirgen und älteren Gebirgsformationen. Nicht überall ist die Formation vollständig entwickelt, vielfach besteht sie nur aus den oberen dolomitischen (auch Rauchkalk, Rauchwacke genannten) Gliedern mit einzelnen Gypsstöcken. Diese Gesteine, welche oft malerische Felsenriffe bilden, haben äufserlich und innerlich ein rauhes Ansehen und sind häufig von Höhlen oder sogenannten Gypsschlotten durchzogen (*Altenstein* bei *Eisenach, Eisleben*). Auch da, wo die unteren Glieder vorhanden sind, sind dieselben keineswegs immer kupferhaltig, d. h. der Kupferschiefer wird oft durch einen reinen bituminösen Mergelschiefer vertreten. Eigentlicher Kupferschiefer gibt besonders im *Mannsfeldischen* und bei *Riegelsdorf* in *Hessen* zu bedeutendem Bergbau Veranlassung. Aufserdem ist die Formation häufig von Gängen durchsetzt und verworfen, welche oft Silber-, Kupfer- und Kobalterze enthalten.

Die oberen Glieder, in welchen der Gyps zuweilen gänzlich vorwaltet (südlicher *Harzrand*), enthalten häufig auch Salz (*Gera*), nicht unwahrscheinlich rühren die Gypsschlotten z. Th. von ausgewaschenen Salzmassen her; einige derselben (bei *Eisleben*) sind an ihren Wänden ringsum mit schönen Gypskrystallen bedeckt und werden deshalb Krystallschlotten genannt.

Specielle Gliederung. Der lehrreichste Boden für die Zechsteinformation ist die Grafschaft *Mannsfeld*. Dort ist die specielle Gliederung derselben nach Freiesleben, welcher ein klassisches Werk darüber lieferte, folgende:

Stinkstein und Asche.
Gyps mit Schlotten (Höhlen), in denen Gypsbrocken und Asche liegen.
Rauchwacke mit Rauchstein und Asche (Dolomit?)
Zechstein.
Kupferschiefer.
Weifsliegendes.

Der Kupferschiefer, dessen abbauwürdige Mächtigkeit gewöhnlich nur 1½ bis 2′ beträgt, wird hier in zahlreichen Bergwerken gewonnen und gibt durch seine wenig geneigte Lage zu einem der schwierigsten Bergbaubetriebe, zu der sogenannten Krummhölzerarbeit, Veranlassung, bei welcher die Bergleute in den 18 bis 20 Zoll hohen Räumen, auf krummen Hölzern auf der Seite liegend, kriechen und arbeiten müssen.

Organische Reste. Die Formation ist keineswegs reich an fossilen Arten, in gewissen Schichten finden sich aber die Individuen einiger derselben in aufserordentlicher Menge beisammen. Es sind sämmtlich Meeresgeschöpfe, Korallen, Muscheln, Fische und Fucoideen.

Besonders charakteristisch sind für die oberen Glieder, inclusive des Zechsteins, von welchen jedoch Gyps fast nie, Stinkstein, Rogenstein und Dolomit nur sehr selten Versteinerungen enthalten:

Gorgonia retiformis und *anceps*, S. 109, 1.
Productus aculeatus, S. 110, c.
Spirifer undulatus, S. 110, c.
Terebratula alata, S. 110, c.

Für den Kupferschiefer viele Fische, z. B.:
Platysomus gibbosus, S. 114, VIII.
Palaeothrissum, S. 114, VIII.
Palaeoniscus, S. 114, VIII.
Aufserdem auch einzelne Muscheln und Fucoideen.

Literatur.

Freiesleben — geognostischer Beitrag zur Kenntnifs des Kupferschiefergebirges. 4 Bände. 1807—1815.

Klipstein — Darstellung des Kupferschiefergebirges der Wetterau. 1830.

Tantscher — Beitrag zur Kenntnifs der Kammsdorfer und der angränzenden Flötz-Gebirge, in Karsten's Archiv f. Bergb. XIX. S. 333.

Steinkohlengruppe.

Uebersicht.

Formationen.	Glieder.
Rothliegendes.	Conglomerat, Sandstein und Schieferthon mit vielem Eisenoxyd, dadurch vorherrschend braunroth. Thonstein und Hornstein, zuweilen schwache Kalkstein- und Kohlenlager enthaltend.
Kohlenformation.	Grauer Sandstein und Schieferthon, „Kohlenschiefer" mit Steinkohlenlagern, zuweilen Thoneisenstein enthaltend.
Kohlenkalkstein.	Dichter Kalkstein mit Mergel und Thonzwischenlagen.
Alter rother Sandstein.	Grobes, oft rothes Conglomerat, Sandstein und Kalkstein, zuweilen auch Kohlenspuren.

Einige Glieder dieser durch die Steinkohlen so überaus wichtigen Gruppe sind nicht nur fast in allen Theilen *Europas*, sondern auch in *Amerika*, *Asien* und *Neu-Holland* bekannt. Die vollständige Reihenfolge derselben findet sich aber fast nur in *England*.

Alle diese Formationen treten vorzugsweise am Abhange oder Fufse von Gebirgen hervor, während sie in den zwischenliegenden Flötzgebirgsebenen oft unerreichbar dick bedeckt, oder überhaupt nicht in solcher Vollständigkeit vorhanden sind.

Formation des Rothliegenden.

Allgemeines. Die meisten Glieder dieser Formation zeigen rothe oder braunrothe Färbung, diefs gab im *Manns-*

feldischen Veranlassung zu der Benennung; da man nämlich unter dem Kupferschiefer und dem Sanderz, welche beide dort als Endzweck alles bergmännischen Strebens zu betrachten sind, stets ein rothes Conglomerat fand, so nannte man dasselbe »rothes Liegendes« oder auch »rothes Todtliegendes,« um zugleich seine Gehaltlosigkeit zu bezeichnen, oder endlich »altes rothes Todtliegendes,« weil es älter als das sogenannte Weifsliegende oder Sanderz ist.

Das vorherrschende und am meisten bezeichnende Gestein des Rothliegenden ist überall grobes Conglomerat. Die Geschiebe desselben können natürlich nur aus älteren Gesteinen bestehen, z. B. aus Porphyr, Melaphyr, Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Quarz, Kieselschiefer, Hornstein oder Grünstein. Nie darf man ein Conglomerat zum Rothliegenden rechnen, wenn es anerkannt jüngere Gesteine, z. B. Muschelkalk, eigentlichen Feuerstein, Basalt, Phonolith oder dergl. als Geschiebe enthält. Das Bindemittel des Conglomerates besteht in der Regel aus mehr und mehr zerkleinten Theilen der Geschiebe selbst, welche Theilchen unter sich durch Eisenoxyd und etwas Thon zusammengehalten werden. Oft ist das Conglomerat durch unregelmäfsige dünne Schieferthonlagen unterbrochen, welche nach unten zu vorherrschend werden und zuweilen eine Art von Uebergang in Thonstein oder Hornstein vermitteln. Beide letztere Gesteine sind oft sehr porphyrähnlich und enthalten hier und da porphyrartige Kugeln, im Inneren mit Chalcedonkernen oder Quarzdrusen. Wirklicher Porphyr und Melaphyr treten ebenfalls in so vielfache Wechselbeziehungen mit dem Rothliegenden, dafs man die ersteren bei Schilderung des letzteren nicht füglich unerwähnt lassen kann, obwohl sie sicher auf ganz andere Weise entstanden sind. Ihr häufiges Zusammenvorkommen hat schon Werner veranlafst, sie zum Theil zu einer Formation zu rechnen. Zuweilen ist das Rothliegende sogar von jenen plutonischen Gesteinen ganz innig durchdrungen, z. B. bei *Hohendorf* unweit *Zwickau* vom Mandelstein.

Die Mächtigkeit der Formation beträgt im nordwestlichen Deutschland über 3000′. Das Auftreten derselben

scheint viel mehr an die Nachbarschaft der Gebirge gebunden zu sein als das der jüngeren Flötzformationen. In *Deutschland* läfst sich ihre sehr unzusammenhängende Verbreitung ungefähr durch folgende Hauptorte bezeichnen: *Philippseich* bei *Darmstadt*, *Niddathal* bei *Frankfurt*, *Eisenach*, *Tambach*, *Ilmenau*, *Kiffhäuser*, *Ellrich* am *Harz*, *Mansfeld*, *Gerbstadt*, *Rothenberg* a. d. *Saale*, *Magdeburg*, *Gera*, *Altenburg*, *Zwickau*, *Chemnitz*, der *Plauen'sche Grund* bei *Dresden*, *Görisseifen* bei *Löwenberg*, Herrschaft *Glatz*; ferner in *Böhmen* die Kreise von *Königsgrätz*, *Bidschow*, *Nachod*, *Beraun*, *Rakonitz*, *Pilsen* u. s. w.

Das Rothliegende findet sich aber nicht blos an den Rändern der Gebirge, sondern es geht auch in den eigentlichen Bau derselben ein, indem es mächtige Bergmassen zusammensetzt (am *Thüringer-Wald*, am *Harz*). Hier und da bildet es romantische Felsenpartieen (bei *Eisenach*, *Tharand*). Die Fruchtbarkeit des vorherrschenden Conglomeratbodens hängt zu sehr von der örtlichen Beschaffenheit der Geschiebe und ihres Bindemittels ab, als dafs sich etwas Allgemeines darüber sagen liefse.

Ein specielles Beispiel zu geben, scheint bei dieser Formation überflüssig.

Organische Reste. Das Rothliegende umschliefst verhältnifsmäfsig wenig organische Reste. In *Deutschland* (besonders bei *Chemnitz*, am *Kiffhäuser* und bei *Neu-Paka*) sind nur einige Landpflanzen darin bekannt, welche aber einer von der heutigen sehr abweichenden Flora zugehören; es sind nämlich meist sogenannte versteinerte Hölzer und Staarsteine, in Hornstein umgewandelte Stammtheile von Coniferen, Calamiten, Cycadeen, baumförmigen Farrenkräutern und Lycopodien, deren innere Structur deutlicher erhalten ist als die äufsere. Nur selten kommen in den Schieferthonen des Rothliegenden auch Pflanzenabdrücke vor.

Besonders bezeichnend sind:

Psaronius helmintholithus und *asterolithus*, S. 106, 7. c.
Tubicaulis primarius und *solenites*, S. 106, 7. c.

Calamitea striata und *lineata*, S. 105, 4, b.
Medullosa elegans und *stellata*, S. 107, 8, c.
Coniferenhölzer.

Steinkohlenformation.

Allgemeines. Die Stein- oder Schwarzkohlenformation besteht gewöhnlich aus einem vielfachen Wechsel grauen Kohlensandsteins und dunklen Schieferthons mit in unbestimmter Zahl dazwischen vertheilten Schwarzkohlenlagern. Zu diesen gewöhnlichsten Gebilden gesellen sich zuweilen Thonstein und Thoneisenstein. Als zufälligen Gemengtheil enthalten die Kohlen und ihre Zwischenglieder oft Schwefelkies.

Die gewöhnliche Stärke einzelner Kohlenflötze wechselt zwischen einigen Zollen und etwa 20 Fuſs. Manche Gegenden sind besonders ausgezeichnet durch mächtige und zugleich weit erstreckte Lagen; indessen beträgt die Stärke nur selten über 30 bis 40 Fuſs. So wurde, um von einem der selteneren Beispiele Kenntniſs zu geben, bei *Dombrowa* im *russischen Polen* ein 42′ mächtiges Flötz aufgeschlossen, welches man auf eine Länge von 7000′ ohne Unterbrechung »ausgerichtet«, d. h. zum Behufe des Abbaues näher untersucht hat. Kohlenschichten, deren Mächtigkeit nicht über 1′ beträgt, zeigen in ihrer Erstreckung selten viel Regelmäſsiges; sie nehmen an Mächtigkeit zu und ab, verschwinden auch stellenweise ganz. Solche »Verdrückungen,« die keiner bestimmten Regel folgen, kommen, jedoch weniger häufig, auch bei stärkeren Kohlenlagern vor. Mächtige Flötze pflegen meist durch »Zwischenmittel«, durch Schieferthon- oder dünne Thonschichten, in mehre Lagen getheilt zu sein. Diese verschiedenen Bänke, bei deren Abbaue die Zwischenmittel durchbrochen werden müssen, um von einer Kohlenlage zur andern zu gelangen, haben bei Weitem nicht alle die nämliche Beschaffenheit und Güte; das Auftreten reiner Kohle ist in vielen Fällen höchstens bis zu einer Stärke von 10′ anzunehmen; auch werden in der Regel keinesweges sämmtliche Lagen einer und derselben Kohlengegend bauwürdig gefunden. — Im Koh-

lenbecken des *Departement du Lot* trieb man einen Schacht in dem unter 25 bis 30 Grad sich neigenden Kohlenlager 72′ nieder; der Schacht stand ganz in Kohlen, ohne dafs diese durchbrochen worden waren. Nach Angaben glaubwürdiger Beobachter soll jenes Lager die ungeheuere Mächtigkeit von 300′ haben.

Die Zahl der einzelnen Kohlenlager über einander ist sehr ungleich, doch stehen sie den Sandstein- und Schieferthonschichten an Menge sehr nach. Unter manchfaltigen interessanten Thatsachen mögen folgende als Beispiele dienen. Die *sächsischen* Kohlenablagerungen enthalten meist drei bis acht Kohlenlager, von denen gewöhnlich zwei bis drei bauwürdig sind. Das Becken bei *Dudley* in *England* zählt 11 Kohlenlager, von denen jedoch jetzt nur eins abgebaut wird. Bei *New-Castle* am *Tyne*flusse finden sich 40 Kohlenlager über einander, wechselnd mit Schiefern und mit Sandsteinen, aber auch hier sind die meisten von so geringer Stärke, dafs sie nicht abgebaut zu werden verdienen; man bearbeitet deren vorzüglich nur zwei, welche zwischen sechs und sieben Fufs Mächtigkeit haben. Das Kohlengebirge um *Mons* enthält, so viel man bis jetzt weifs, 115 bauwürdige Flötze, deren Stärke jedoch meist nicht bedeutend ist, da sie selten drei Fufs erreicht. Das Kohlengebirge auf der Südseite des *Hundsrücks* hat mit den dasselbe unterbrechenden Porphyren und Mandelsteinen bei sieben bis acht Stunden Breite eine Längenerstreckung von 24 Stunden; es zählt 120 Flötze, die ganz schwachen Kohlenschichten nicht mit gerechnet. Die so sehr bedeutende Ablagerung von *Colebrooke-Dale* im westlichen *England* enthält nicht weniger als 135 Kohlenlagen, deren Gesammtmächtigkeit 500′ beträgt.

Im Verhältnifs zum Meeres-Niveau findet man die Steinkohlen in sehr verschiedenen Lagen. Gar manche Ablagerungen senken sich mit ihren Schichten bis zu den niedrigsten Küstengegenden; ja sie reichen selbst unter die Meeresbedeckung hinab. In den *französischen Niederlanden* beginnt der Bergbau auf Kohlen erst unter dem Meeresspiegel. Um *New-Castle* wechseln in einer Tiefe unter dem

Meeresgrund 57 Lagen von Schieferthon und Sandstein mit 25 Kohlenschichten. Alexander v. Humboldt sah dagegen in den *Aequinoctial*-Gegenden des neuen Festlandes im Plateau von *Santa-Fe de Bogota* — *Chipo,* zwischen *Canoas* und *le Salto de Tequendama*, Berg *Suba, Cerro de los Tunjos* — Steinkohlen bis zu einer Höhe von 8000′ über den Spiegel des Weltmeeres ansteigen.

Die südliche Erdhälfte bietet auch Steinkohlen in den hohen *Cordilleren* dar, und angeblich sollen sich deren unfern *Huanuco*, sehr nahe der Gränze des ewigen Schnees, in 12800′ Höhe finden, folglich bei Weitem über der Gränze jedes Wachsthums von Phanerogamen (v. Leonhardt).

Das Auftreten der Kohlenformation an der Erdoberfläche scheint, wie das des Rothliegenden, einigermaſsen von dem Vorhandensein der Gebirge abhängig, d. h. an deren Ränder gebunden zu sein; in den eigentlichen groſsen Niederungen wird sie in der Regel vermiſst, oder ist zu mächtig bedeckt, um sie beobachten zu können.

Die Haupt-Steinkohlendistricte *Deutschlands* finden sich, bei *Aachen* an der *Ruhr*, bei *Ilefeld* am *Harz*, bei *Ilmenau* am *Thüringer-Walde*, bei *Zwickau, Chemnitz* und im *Plauen'schen Grunde* in *Sachsen*, bei *Waldenburg* und *Schatzlar* in *Schlesien*, im *Przenthal* bei *Mislowitz*, südöstlich von *Ratibor*, östlich von *Brünn*, im *Berauner*, sowie *Rakonitzer* und *Pilsener* Kreise, endlich am Südabhange des *Hundsrücks* von *Kreuznach* bis hinter *Saarbrück*. In den meisten dieser Gegenden findet man die Kohlengebilde in flachen Mulden oder Bassins eingelagert, deren Form zuweilen sogar auch an der Gebirgsoberfläche kenntlich ist. Uebrigens bilden die Gesteine der Kohlenformation selbst gewöhnlich flachhügeliges fruchtbares Land, welches durch die häufig sie unterbrechenden Porphyre und Mandelsteine noch mehr Abwechselung in Form und Charakter erhält.

Wahrscheinlich sind nicht alle Steinkohlenablagerungen genau von gleichem Alter; für die Gegend von *Chemnitz* z. B. hat Naumann in den Erläuterungen zur geo-

gnostischen Karte von Sachsen zwei Kohlenformationen verschiedenen Alters unterschieden.

Die Ränder oder Ausgehenden der Kohlenlager sind gewöhnlich weniger mächtig und bauwürdig als die mittleren Theile derselben, was theils von der Ablagerung in Becken, theils von Verwitterung herrühren mag.

Häufig ist die Kohlenformation von Klüften und Gängen (sogenannten »Rücken, Kämmen« oder »Wechseln«) durchsetzt und verworfen, wodurch der regelmäfsige Abbau oft sehr gestört wird. Die Gänge bestehen aus Kalkspath, Thonstein u. dergl., oder aus krystallinischen Massengesteinen, welche letztere zuweilen merkwürdige Veränderungen in der benachbarten Kohle hervorgebracht haben. So ist z. B. bei *Waldenburg* die Steinkohle in der Nähe des sie durchsetzenden Porphyrs in Koaks umgewandelt. Grünsteine, Porphyre, Melaphyre und Basalte finden sich mehrfach nicht nur gangförmig, sondern auch als unbestimmte Massen in die Kohlenformation verzweigt und so damit verbunden, dafs Werner dadurch bewogen wurde, einige dieser Gesteine der Formation zuzurechnen.

Kohlenbrände kommen in der Steinkohlenformation auf ganz ähnliche Weise wie in der Braunkohlenformation vor; die Zwischenglieder der Kohlenlager werden dadurch gebrannt (der Schieferthon z. B. gelb, roth, braun, bunt, hart und klingend) oder sogar verschlackt. (*Zwickau*, *Duttweiler* bei *Saarbrücken*).

Specielle Gliederung. Zu *Oberhohndorf* bei *Zwickau* folgt das Kohlengebirge in folgender Ordnung unter dem Rothliegenden:

- ½′ Schieferthon.
- 7′ „Obere Pechkohle“ (bald auskeilend).
- 24′ Schieferthon.
- 7′ „Erste Pechkohle.“
- 12′ Schieferthon mit Kohlenschmitzen und etwas Sphärosiderit.
- 3—5′ „Zweite Pechkohle.“
- 50′ Schieferthon, in der Mitte sandig.
- 3′ „Scherbenkohle,“ dünn plattig, klingend, gegen unten in Pechkohle übergehend.
- 68′ Schieferthon, gegen unten sehr lettig.

16' Sandstein.
6' „Lechkohle," Pechkohle, von fast rechtwinkeligen Klüften durchsetzt, eine Schicht Sphärosiderit enthaltend.
24' Schieferthon.
3' „Zache Kohle," blätterige Kohle mit vieler mineralischer Holzkohle, Schieferthon- und Sphärosideritlagen einschliefsend.
40' Schieferthon, gegen unten in Sandstein und Conglomerat übergehend.
7—9' „Schichtenkohle," von mineralischer Holzkohle, Schieferthon und Sphärosiderit durchzogene Pechkohle.
30' Schieferthon, gegen unten mit vielen Kohlenschmitzen.
5—6' „Neue Kohle," aus zusammengezogenen Kohlenschmitzen mit vorwaltendem Schieferthon bestehend.
3' Sandiger Schieferthon.
7' Schieferthon.
40' Sandstein.
26—30' „Rufskohle", bestehend aus
- 6—7' Rufskohle mit vieler mineralischer Holzkohle und Schieferthon,
- 6' Schieferthon mit Kohlenschmitzen,
- 8—9' Rufskohle mit mineralischer Holzkohle, Schieferthon und Sphärosiderit,
- 3' Schieferthon, und
- 3' Pechkohle.

Schieferthon, welcher noch nicht durchsunken ist.

Alle diese Schichten lagern in einer Mulde der Grauwackenformation und sind von Mandelsteinen durchsetzt und von Rothliegendem zum Theil überdeckt. Eines der *Zwickauer* Kohlenflötze ist an seinem Ausgehenden bei *Planitz* seit länger als 200 Jahren in Brand gerathen, bildet fortwährend Schlacken und andere Kohlenbrandproducte und erwärmt die Oberfläche so stark, dafs man neuerlich ein Gewächshaus darüber gebaut hat, welches keiner künstlichen Heizung bedarf. Wie hier die einzelnen Kohlenlager von den Bergleuten besondere Namen erhalten haben, so ist das fast überall der Fall, ohne dafs diese nur örtlichen Benennungen mit einander übereinstimmen. Anderwärts unterscheidet man noch viel mehr Kohlenarten und trennt zuweilen sogar die einzelnen Flötze ihrer Beschaffenheit wegen in mehre solche Abtheilungen.

Organische Reste. Es ist eine üppige Flora der Vor-

welt, deren Reste wir versteinert in der Kohlenformation finden, eine Flora, welche für die Zeit ihres Bestehens auf ein feuchtes und sehr warmes Klima hindeutet, da sie eine Menge succulenter Pflanzen enthält, welche unseren jetzigen deutschen Winter unmöglich hätten überstehen können. Dabei ist diese schon sehr sorgfältig untersuchte Flora auch insofern abweichend von der gegenwärtigen Vegetation aller bekannten Erdtheile, als sie meist aus kryptogamischen Gewächsen besteht, welche durchschnittlich ihre Vertreter in der Jetztwelt bei Weitem an Gröfse übertreffen und wahre Wälder gebildet haben müssen. Baumförmige Farren, Lycopodien und Equiseten nehmen gegenwärtig in keinem Theile der Erde einen wesentlichen Antheil an der Bildung der Wälder, die letzteren beiden Familien sind überhaupt kaum baumförmig bekannt. In der Steinkohlenformation begegnen wir dagegen so vielen Resten baumförmiger Farren, Lycopodien und Equiseten, dafs wir in der That berechtigt sind, anzunehmen, sie haben den Hauptbestand der damaligen Wälder gebildet und ihnen einen eigenthümlichen kryptogamischen Charakter aufgedrückt. Aufser ihnen werden einige palmen- und cactusähnliche Pflanzenreste, sowie Pflanzentheile wenig bestimmter Familien gefunden, welche sämmtlich auf ein warmes Klima hindeuten, deren Menge aber gewöhnlich so untergeordnet ist, dafs sie schwerlich einen wesentlichen Einflufs auf die Umrisse der damaligen Vegetation geübt haben können.

Besonders charakteristisch für die Steinkohlenformation sind die artenreichen Gattungen:

Calamites
Lepidodendron
Lycopodites } Stammtheile, vergl. S. 105 u. 106.
Sigillaria
Stigmaria

Pecopteris
Neuropteris
Sphaenopteris } Farrenwedel, vergl. S. 106.
Odontopteris
Cyclopteris

Annularia
Asterophyllites } Vergl. S. 108.
Sphaenophyllum

Im Ganzen sind bereits über 300 fossile Pflanzenspecies aus der Steinkohlenformation beschrieben und abgebildet worden, von denen 200 Farrenkräuter sind.

Anhang.

Flötzleerer Sandstein

(Millstone-Grit.)

In *England* unterscheidet man zwischen der eigentlichen Kohlenformation und dem Kohlenkalkstein noch eine Schichtenfolge von Sandstein, welcher dem Kohlensandstein ähnelt, aber keine Steinkohlenflötze mehr enthält. Nach v. Dechen's geognostischer Karte von *Deutschland, Frankreich* und *England* wiederholt sich dieser Sandstein auch in den *Ruhr*gegenden *Deutschlands*.

Kohlenkalkstein-Formation.

(Bergkalk).

Allgemeines. Diese Formation, welche in *England* und *Belgien* eine ziemlich wichtige Rolle spielt, ist in *Deutschland* fast nur bei *Aachen* und in den *Ruhr*gegenden bekannt. Das vorherrschende Gestein ist ein dichter und fester Kalkstein, oft von Kalkspathadern durchzogen; dieser wird zuweilen mergelig und enthält Thon- und Schieferschichten, alaunhaltige Schiefer, sowie schwarze, den Feuersteinen der Kreide analoge Kieselconcretionen, sowie auch Quarzdrusen. Sandstein und Conglomeratbildungen gehören zu den seltneren Erscheinungen. In *Belgien* und in den *Ruhr*gegenden enthält seine mittlere Abtheilung erzführende Ablagerungen, z. B. Eisenoxyd mit Galmei, Bleiglanz u. s. w. In *England* ist er vielfach von Erzgängen durchsetzt und wird deshalb dort auch erzführender Kalkstein (*metalliferous limestone*) genannt.

Der Kohlenkalkstein erreicht in *England* gegen 500′ Mäch-

tigkeit, bildet pittoreske Felsenpartieen mit steilen Abhängen und steigt bis zu mehr als 1000′ Seehöhe an.

Ein specielles Beispiel erscheint wegen seiner geringen Verbreitung in *Deutschland*, sowie wegen seiner einfachen Zusammensetzung daselbst, überflüssig.

Organische Reste. Vorherrschend niedere Meeresthiere, Korallen, Radiarien und Mollusken, seltener Fischreste und Theile von Landpflanzen.

Als besonders bezeichnend sind zu nennen:

Cyathophyllum excentricum, S. 109, 3.
Astrea undulata, S. 109, 3.
Tubipora tubularia, S. 109.
Poteriocrinites crassus, S. 109, III., 1.
Ciathocrinites planus, S. 109, III., 1.
Actinocrinites polydactylus, S. 109, III., 1.
Leptaena spinosa, plicatilis, concinna, latissima, sulcata, costata, S. 110, c.
Delthyris imbricata, S. 110, c.
Terebratula hastata, S. 110, c.
Cardium hibernicum, S. 110, a.
Euomphalus pentangulatus, S. 111, b.
Bellerophon costatus, S. 112, B.
Orthocera fusiformis, S. 111, *a*.
Nautilus pentagonus, S. 111, *β*.
Goniatites sphaericus, S. 112, b.

Formation des alten rothen Sandsteines.

Allgemeines. Dieser *old red sandstone* der Engländer ist in *Deutschland* noch nicht bestimmt nachgewiesen und dürfte hier jedenfalls nur durch Parallelgebilde vertreten werden. Er besteht im westlichen *England* aus sehr bezeichnendem, groben, quarzreichen, roth gefärbten Conglomerat, aus Sandstein und untergeordneten Kalkstein- und Mergellagern, welche zusammen die ungeheuere Mächtigkeit von 10,000′ erreichen sollen, nach Murchison in folgender Ordnung:

1) **Quarziges Conglomerat und Sandstein, ohne Versteinerungen.**
2) **Rother und grauer Kalkstein mit Mergelnestern und Sandsteinschichten, mit einzelnen Crustaceen.**
3) **Weicher glimmerreicher, harter grüner und rother Sandstein, mit einzelnen Meeresmuscheln.**

Derselbe englische Geognost erklärt die sogenannte Uebergangsformation *Oberfrankens* wegen der Aehnlichkeit ihrer organischen Reste für einen Vertreter des englischen alten rothen Sandsteins; da diese Ansicht jedoch noch nicht erwiesen ist, so rechnen wir jene Schiefer und Kalksteine ihres Gesteinscharakters wegen einstweilen noch zur Grauwackengruppe. Auch in *Westphalen* soll der alte rothe Sandstein vorhanden sein, er ist jedoch gleichfalls nicht sicher nachgewiesen worden.

In *Sachsen* möchte ich das grobe, bräunlich gelbe Conglomerat von *Hainichen* als einen Vertreter des *old red sandstone* ansehen; dieses lagert unter der Kohlenformation, enthält als Geschiebe nur krystallinische Schiefergesteine, Quarz u. dergl., keine Porphyre wie das Rothliegende, und wechselt mit feinkörnigeren, mehr sandsteinartigen Schichten und Schieferthonlagen. Es ist jedoch keine Meeresformation wie der englische alte rothe Sandstein, sondern enthält Landpflanzen, namentlich Baumstämme, z. Th. noch in aufrechter Stellung, und Kohlenspuren. Diese Pflanzenreste unterscheiden sich jedoch sehr wesentlich von denen der Kohlenformation, es sind besonders Calamiten, deren Rippen an den Gliedern platt aufeinander stehen, und mit rhomboidalen Schuppen bedeckte Baumstämme, die sich von allen bekannten Lepidodendron-Arten der Kohlenformation auffallend unterscheiden.

Literatur
zur Kohlengruppe.

Graf Kaspar Sternberg lieferte viele wichtige Details über die Gliederung der Kohlenformation in seiner Flora der Vorwelt.

v. Zobel und v. Carnall, über das Kohlengebirge von Waldenburg in Schlesien, in Karsten's Archiv von 1831 und 1832.

v. Gutbier, geognostische Beschreibung des Zwickauer Schwarzkohlengebirges. 1834.

Zippe, die Flötzgebirge Böhmens mit besonderer Hinsicht auf ihre Kohlenführung, 1835., in den Schriften der patriotisch-ökonomischen Gesellschaft zu Prag.

v. Leonhard, über das Steinkohlen-Gebilde, in der deutschen Vierteljahrschrift für 1838.

Naumann, Erläuterungen zu Section XV. der geogn. Charte des Königr. Sachsen. 1838.

Murchison, *the silurian system*. London 1839.

Grauwackengruppe.

(Uebergangsgebirge).

Uebersicht.

Formationen.	In *Deutschland.*	In *England.*
Obere Grauwackenformation.	Grauwackenschiefer und Grauwackensandstein herrschen in beiden Formationen vor; in der oberen enthalten sie mächtigere Kalkstein- und Dolomit-Glieder als in der unteren. In beiden finden sich untergeordnete Lagermassen von Quarzschiefer, Kieselschiefer, Alaunschiefer, Anthrazit u. dergl. Beide Abtheilungen sind übrigens häufig von Grünsteinen durchsetzt.	*Silurian-System*, 2000 bis 7000′. *Ludlow rocks*, Sandstein, Kalkstein und Schiefer mit Kalkconcretionen. *Wenlock rocks*, Kalkstein, Schiefer und erdiger Kalkstein. *Caradoc rocks*, Kalkstein, Sand-Conglomerat und sandiger Kalkstein. *Llandeilo rocks*, dunkle feste Kalkmergelbänke, Sandsteine u. s. w.
Untere Grauwackenformation.		*Cambrian-System.* *Plynlymmon rocks*, sandige oder schieferige verhärtete Thonsteine. *Bala - limestone*, dunkle Kalksteine und Schiefer. *Snowdon rocks*, fein- und grobkörnige Schiefer.
Oberste abnorme Gruppe.	Thonschiefer, Glimmerschiefer u. s. w., ohne organische Reste.	*Clayslate-System.*

In *Deutschland* ist es noch nicht gelungen, diese beiden Formationen überall von einander zu trennen, wie das in *England* durch Murchison und Sedgwick mit grofser Sorgfalt geschehen ist. Wir sind deshalb genöthigt, die

allgemeinen Charaktere beider Formationen, sowie die Verbreitungsverhältnisse derselben zusammenzufassen, und können nur durch ein paar Beispiele eine Trennung versuchen.

Die Grauwackengruppe, die älteste und unterste aller normalen, besteht vorherrschend aus Grauwackenschiefer und Grauwackensandstein mit mehr oder minder mächtigen Einlagerungen von Kalkstein (Uebergangskalk), Dolomit, Quarzschiefer, Kieselschiefer, Alaunschiefer und Anthrazit. Diese Gesteine nähern sich z. Th. schon sehr denen der ältesten (abnormen) Thonschiefergruppe, auf die sie auch häufig unmittelbar aufgelagert sind. Eine scharfe Gränze zwischen beiden ist deshalb oft schwer zu ermitteln. Dieser Uebergang der normalen (neptunischen) in die abnormen (plutonischen) Gesteine läßt sich, wie wir im geologischen Theile sehen werden, recht wohl mit ihrer verschiedenen Entstehungsart vereinigen, da die einen offenbar aus den anderen hervorgegangen sind. Die Aehnlichkeit beider Gruppen wird noch gröſser dadurch, daſs beide ganz besonders häufig von Grünsteinen durchsetzt sind, die sich manchfach darin verzweigen. Auch Porphyr- und Granitmassen gehören keinesweges zu den seltenen Erscheinungen zwischen den Gesteinen der Grauwacken- und Thonschiefergruppe.

Grauwackenschiefer ist durchaus das vorherrschendste Bette für die übrigen Einlagerungen, mit denen er sich meist innig verflöſst. Durch Sandigwerden geht er zuweilen über in

Grauwackensandstein, welcher, als besonderes Gestein Grauwacke genannt, die Veranlassung zur Formationsbenennung gegeben hat. «Wacken» nennt man in einigen Gegenden alle festen auf den Feldern umherliegenden Steine; da nun der Grauwackensandstein meist grau ist, so hat man die sehr feinkörnigen und festen Abänderungen desselben Grauwacke genannt. Dieser Sandstein enthält auſser Quarzkörnern häufig auch andere Gemengtheile, namentlich Thon- und Kieselschieferbröckchen. Er zeigt sich seltener dicht oder sehr feinkörnig als grobkörnig und conglomeratartig. Häufig geht er

sogar in grobes Conglomerat mit Quarz-, Kieselschiefer-, Thonschiefer-, Glimmerschiefer-, Gneifs- und Granit-Geschieben über. Conglomerate, welche Porphyrgeschiebe enthalten, dürften nur sehr selten, solche, welche Melaphyr-, Trachyt- oder Basalt-Geschiebe einschliefsen, aber nie zur Grauwacke zu rechnen sein.

Grauwackenschiefer und Grauwackensandstein wechseln sehr häufig in mehr oder weniger dicken Schichten mit einander ab und bilden auf diese Weise das am meisten charakteristische Glied der Grauwackenformationen. Der gemeine Grauwackenschiefer geht aufserdem zuweilen in Dachschiefer, Wetzschiefer, Alaunschiefer, Kieselschiefer und Quarzschiefer über. Die Textur aller dieser Schiefer ist oft sehr manchfach gebogen und gewunden (*Kugelbad* bei *Prag*). Hier und da zeigen sie auch die sogenannte falsche Schieferung, indem die Schiefertextur von der Schichtung mehr oder weniger schräg durchschnitten wird, während in der Regel beide parallel verlaufen.

Anthrazit oder Glanzkohle bildet in *Deutschland* selten und stets nur untergeordnete Lager im Grauwackenschiefer.

Kalkstein (sogenannter Uebergangskalkstein) theils dicht und von Kalkspathadern durchzogen (marmorirt), theils körnig, meist dunkelfarbig, grau, schwarz oder röthlich, bildet, namentlich in der oberen Grauwackenformation zuweilen sehr mächtige Lagermassen, welche als selbstständige Formationsglieder anzusehen sind. Zuweilen spielt er aber auch nur eine ganz untergeordnete Rolle, indem er geringmächtige Lager zwischen den Schiefergesteinen zusammensetzt. Gewöhnlich zeichnet er sich durch seinen Reichthum an Versteinerungen, besonders durch Korallen, Orthoceratiten und Trilobiten, aus.

Dolomit ist durchaus nur als eine örtliche Modification des Kalksteins anzusehen, wahrscheinlich sind die meisten sogenannten körnigen Kalksteine der Grauwackengruppe eigentlich Dolomite. Kalkstein und Dolomit sind oft von Höhlen durchzogen, welche hier und da Knochen enthalten.

Erzgänge sehr verschiedener Art durchsetzen häufig die Gesteine der Grauwackenformationen, und so befindet sich z. B. der gesammte Bergbau des *Harzes* in ihrem Gebiete.

Verbreitung. Die Grauwackengruppe ist mit grofser Mächtigkeit über einzelne Theile von ganz *Europa* verbreitet und auch in den meisten anderen Welttheilen bekannt. Sie geht häufig in den eigentlichen Gebirgsbau ein und ist nirgends an ein bestimmtes Niveau gebunden. In *Deutschland* herrscht sie in folgenden Gegenden vor: am *Hundsrück*, in der *Eifel*, an der hohen *Venn*, am *Taunus* und *Westerwald* bis *Elberfeld* und *Marsberg*, am ganzen *Harz*, im südöstlichen Theile des *Thüringer-Waldes*, im *Frankenwald*, im nördlichen *Fichtelgebirge*, im *Voigtlande* und bis *Stollberg* im *Erzgebirge*, am *Colmberge* bei *Oschatz* und von da über *Grofsenhain*, *Königsbrück* und *Camenz* nach *Görlitz* zu, an beiden Abhängen des *Riesengebirges*, bei *Troppau* und am südlichen und westlichen Abhange der *Sudeten*, bei *Prag*, *Przibram*, *Pilsen* und *Mies* im Herzen *Böhmens*, sowie endlich in den *Tyroler Alpen*, von *Innsbruck* über *Radstadt* bis an die *Schwarzau*.

Oberfläche. Grauwackenschiefer und Sandstein bilden einförmige plumpe Berge. Die Gehänge der oft tiefen Thäler sind nur selten von Schluchten unterbrochen und zeigen überhaupt wenig Abwechselung, wo diese nicht durch hervortretende Grünstein-, Quarz-, oder Kieselschieferkuppen bedingt wird. Auffallend ist die aufserordentlich gewundene Form der meisten Thäler, welche durch vorherrschenden Schiefer ihren Lauf nehmen, z. B. des unteren *Mosel-* und *Aarthales*, des oberen *Saal-* und *Elsterthales*. Kalkstein und Dolomit bilden manchfache Unterbrechungen der einförmigen Grauwackenoberfläche, namentlich ist letzterer sehr zur Felsenbildung geneigt (*Gerolstein* in der *Eifel*).

Die Gesteine der Grauwackengruppe liefern im Allgemeinen einen fruchtbaren Boden.

Obere Grauwackenformation.

Zu ihr gehört, wenn nicht das ganze, doch der gröfsere Theil des *Rheinischen* Schiefergebirges, sowie ein Theil des *Harzes* und die Grauwacke von *Prag*. Von manchen anderen deutschen Grauwackenablagerungen ist es ungewifs, ob sie zur oberen oder zur unteren Formation zu rechnen sind.

Beispiel. Die *Eifel* besteht vorherrschend aus dem gewöhnlichen Wechsel von Grauwackenschiefer- und Sandstein, häufig unterbrochen durch vulkanische Kegel. Bei *Gerolstein* aber umschliefsen jene Hauptgesteine eine grofse Masse sehr versteinerungsreichen Kalksteins, der in der unmittelbaren Nähe des *Gerolsteiner* Vulkanes in Dolomit übergeht, dessen Felsen rings um den vulkanischen Kegel aufragen.

Organische Reste. Die obere Grauwackenformation ist stellenweise aufserordentlich bevölkert von Zoophyten, Stylasteriden, Meeresmuscheln, Cephalopoden und Trilobiten und unterscheidet sich, wo einmal dergleichen vorhanden sind, nicht nur durch die Arten, sondern auch durch die grofse Häufigkeit und Manchfaltigkeit der Versteinerungen von der unteren, welche nur sehr wenige organische Reste enthält.

Besonders bezeichnend sind die Gattungen:
Cyathophyllum, S. 109, 3.
Halysites (sonst *Catenipora*), S. 109, III., 2.
Calamopora, S. 109.
Rhodocrinites, S. 109, III., 1.
Cyathocrinites, S. 109, III., 1.
Terebratula, S. 110, c.
Trigonotreta (= *Atrypa*, *Delthyris*, *Spirifer* und *Orthis*), S. 110, c.
Calceola, S. 110, c.
Euomphalus, S. 111, b.
Orthoceratites, S. 111, α.
Goniatites, S. 112, b.
Trilobiten (*Calymene*, *Asaphus*, *Paradoxides*, *Agnostus* u. s. w.) S. 113, VI., 2.

Fische und Pflanzen gehören zu den selteneren Erscheinungen.

Untere Grauwackenformation.

Zu ihr müssen wir den ganzen grofsen Grauwackenzug rechnen, welcher sich von der Grafschaft *Glatz* durch *Schlesien* und die *Lausitz* (*Görlitz*, *Camenz*) über *Grofsenhain*, den *Culmberg* bei *Oschatz*, dann, etwas von Porphyr unterbrochen, über *Otterwisch* und *Ronneburg*, durch das *Voigtland* nach dem *Fichtelgebirge* und *Thüringer Walde* erstreckt. Auch ein Theil der *Härzer* Grauwacke und manche andere noch zu wenig bekannte Grauwackenablagerung *Deutschlands* dürften hierzu gehören.

Beispiele. Bei *Görlitz* besteht die Formation vorherrschend aus einem Wechsel von Grauwackenschiefer und feinkörniger Grauwacke (Sandstein), welche stellenweise sehr quarzig ist und in eine Art von Sandquarz und Quarzschiefer übergeht. Die feinkörnige Grauwacke selbst wird weiter westlich bei Sdier als Wetzstein benutzt. Zwischen den Grauwacken und Schieferschichten liegt unweit *Görlitz* bei *Hennersdorf* und *Neu-Kunnersdorf* ein mächtiger Kalksteinzug, welcher in vielen Steinbrüchen abgebaut wird. Das Gestein ist körnig und enthält keine Spur organischer Reste, die auch den übrigen Schichten hier gänzlich fehlen.

Im *sächsischen Voigtlande* und im *Osterlande* herrscht durchaus Grauwackenschiefer vor, hier und da in Kieselschiefer oder Alaunschiefer übergehend und sehr vielfach von Grünsteingebilden durchsetzt und durchzogen. Grauwackensandstein und Kalkstein sind hier seltenere Erscheinungen. Ein grauwackenartiges, oft mit Grünstein verwechseltes Gestein bei *Planschwitz* ist aufserordentlich reich an organischen Resten; es scheint eine Art von Korallenriff zu bilden und enthält aufser unzähligen Korallen viele *Trigonotreta*-Arten und andere Muscheln. Ein schwarzer dichter Kalkstein bei *Wildenstein* unweit *Zwickau* ist reich an Stylasteriden und enthält auch einige Zoophyten. Die Kieselschiefer- und Alaunschieferlager im *Voigtlande* und bei *Ronneburg* zeichnen sich durch jene noch nicht gehörig erkannten organischen Körper aus, welche aus ge-

zähnten Spiralen und Streifen bestehen und *Graptolithus* genannt worden sind (S. 109).

Organische Reste. Die untere Grauwackenformation ist, wie erwähnt, bei Weitem nicht so reich an organischen Resten als die obere. Die darin beobachteten rühren meist von Meeresmuscheln und Zoophyten her, doch hat man auch einzelne Pflanzenreste darin gefunden.

Als besonders bezeichnend können keine fossilen Gattungen angeführt werden, aufser etwa die in obigen Beispielen erwähnten, namentlich *Graptholithus* (= *Lomatoceras* oder nach Brongniart *Fucoides serratus*).

Literatur

zur Grauwackengruppe.

Mehre Aufsätze von v. Hövel, Stengel und Anderen in Nöggerath's Schrift: das Gebirge in Rheinland Westphalen. 1822. u. f.

v. Gutbier, geognostische Beschreibung des Zwickauer Schwarzkohlengebirges. 1834. S. 10—60.

Naumann und Cotta, Erläuterungen zu Section VI., XIV. u. XV. der geognostischen Charte des Königreiches Sachsen.

Murchison, *the Silurian System founded on geologicall researches.* 1839. Ein gediegenes Prachtwerk.



Ueberblick aller Flötzformationen.

Nachdem wir die einzelnen Formationen im Vorstehenden der Reihe nach betrachtet haben, wird es zweckmäfsig sein, die Anordnung und die Hauptcharaktere derselben noch einmal in ein gedrängtes Bild zusammenzufassen. Diefs geschieht durch die hier beigeheftete Tabelle A.

Für *Deutschland* ist eine solche allgemeine Eintheilung in Glieder, Formationen und Gruppen ausführbar und brauchbar; wollte man aber ein System der Flötzformationen der ganzen Erdoberfläche aufstellen, so würde man weit allgemeinere Abtheilungen und Ausdrücke wählen und besonders alle die Benennungen, welche sich auf bestimmte Gesteine oder bestimmte einzelne organische Reste beziehen, vermeiden müssen, denn in derselben Zeit, in welcher sich an einem Orte Kalkstein mit Meeresmuscheln ablagerte, werden anderwärts Sandsteine mit ähnlichen Geschöpfen oder Schieferthone mit Kohlen und Landpflanzen oder auch gar keine Ablagerungen entstanden sein. Kein einziges Formationsglied ist mit ähnlichem Bestand und Gehalt über die ganze Erdoberfläche verbreitet. Bei so allgemeiner Auffassung der Sache würde man daher den Ausdruck der Formationen nur noch für Lokalbildungen anwenden können, deren stets mehre, als Parallelformationen, einer Zeitepoche angehören. Nicht einmal unsere Eintheilung in Gruppen würde sich über die ganze Erdoberfläche verfolgen lassen; wählt man jedoch noch allgemeinere Abtheilungen, so ist diefs möglich. Die sogenannten Uebergangs-, Secundär- und Tertiär-Gebilde sind in allen Welttheilen in derselben Anordnung bekannt. Auf je gröfsere Oberflächentheile man die Parallelisirung der Abtheilungen ausdehnen will, um so mehr Glieder, um so gröfsere Entstehungszeiträume mufs man in ihnen zusammenfassen.

B.

Abnorme Gesteine.

(Krystallinische Schiefergesteine, Massengesteine und Ganggesteine.)

Die Anordnung in aufeinander folgende Formationen ist bei diesen Gesteinen nicht ausführbar, weil die Kriterien der Uebereinanderlagerung bei ihnen dazu nicht angewendet werden können, weil sie keine Versteinerungen enthalten, aus denen sich auf ihr relatives Alter sicher schliefsen liefse, weil fast jedes dieser Gesteine etwas örtlich selbstständig und sogar zu verschiedenen Zeiten Entstandenes sein kann, und weil endlich manche Gesteine, die an einem Orte scharf gegen einander begränzt sind, an einem anderen allmählig in einander übergehen. Deshalb werden wir bei diesen Gesteinen, deren gleichmäfsiges Auftreten in allen Welttheilen übrigens weit entschiedener ist als das der normalen Gesteine, nur eine Eintheilung in Gruppen stattfinden lassen, welchen die wichtigsten Gesteine in folgender Art zuzutheilen sind.

Ueber

und verschiedene Eintheilungen der

	Gruppen.	Hauptgesteine.	Bei Werner.
Krystallinische Schiefergesteine.	Schiefergruppe.	Thonschiefer. Glimmerschiefer. Gneiſs.	Urgebirge.
Krystallinische Massengesteine.	Granitgruppe.	Granit. Granulit. Syenit.	
	Grünsteingruppe.	Grünstein. Serpentin.	Zum Ur-, Uebergangs- und Flötzgebirge gehörig.
	Porphyrgruppe.	Felsitporphyr. Pechstein u. Pechsteinporphyr. Melaphyr und Mandelstein.	
	Basaltgruppe.	Basalt. Phonolith. Trachyt.	Flötztrappgebirge.
	Vulkanische Gruppe.	Lava. Auswüflringe. Schlammige Producte der Vulkane.	Vulkanische Gebirge.
Krystallinische Ganggesteine.	Kalkgänge.	Körniger Kalkstein. Dolomit.	Zu den Ur-, Uebergangs- und Ganggesteinen gehörig.
	Kieselgänge.	Quarz. Eisenkiesel. Achat.	
	Erzgänge.		Erzgänge.

…icht

…normen Gesteine und Ganggesteine.

…Al. Brongniart.	Bei Mehreren.	Bei Lyell.	Bei Petzold.
…lysische hypo-…ische Formatio-…n.	Plutonische Schiefergesteine.	Umgewandelte Felsarten.	1) Erstarrtes Gebirge.
Plutonische granitische …Formationen.	Plutonische Massengesteine.	Plutonische Felsarten.	2) Granite.
…ut. ophiolitische …rmationen z. Th.			4) Trapp.
			3) Porphyre.
…ut. entritische …ormationen.			4) Zum Trapp.
			5) Basalte.
…lk. Trapp-Form.			7) Trachyte und basaltische Laven.
…ut. trachytische …ormationen.			
…ulkanische La-…en-Formationen.	Vulkanische Gesteine.	Vulkanische Felsarten.	
Agalysische hypozoische und …epizoische For-…mationen z. Th.	Ganggesteine.		
			6) Erzgänge.

Alle diese Gruppen sind nicht scharf von einander getrennt, jede umschliefst eine Anzahl verwandter Gesteine, von denen einige sich denen einer anderen Gruppe annähern, während etliche sehr charakteristisch und isolirt dastehen. Wie der geübteste Geognost nach einem einzelnen Handstücke nicht immer die Formation zu bestimmen vermag, so kann er hier nach einem solchen zuweilen nicht das Gestein benennen; auch können überall noch neue Varietäten der bekannten Hauptgesteine aufgefunden werden, welche dann je nach ihrer Wichtigkeit entweder einen besonderen Namen verdienen oder nicht. Man bedenke nur stets, dafs Gebirgsarten nicht den Species der Mineralogie oder Botanik entsprechen.

Die gewählte Anordnung obiger Gruppen gründet sich auf Beobachtungen der gegenseitigen Durchsetzung und, wo diese nicht ausreichten, auf theoretische Ansichten, indem die wahrscheinlich ältesten vorausgestellt sind. Es sind diefs diejenigen, welche sich durch ihre Natur und Lagerung der Grauwackengruppe zunächst anschliefsen. Mit mehren Geologen nehmen wir nämlich an, dafs die krystallinischen Schiefergesteine von allen die ältesten sind (s. S. 137.), da sie unter den ältesten normalen liegen, von allen anderen abnormen Gesteinen häufig durchsetzt werden und in der Regel keine Bruchstücke anderer Gesteine enthalten, während hingegen Bruchstücke und Geschiebe von ihnen sowohl in allen anderen abnormen, als auch in den Flötzformationen gefunden werden. Wie man sich ihre Entstehung zu denken hat, lehrt der geologische Abschnitt; hier sei nur erwähnt, dafs ihr Festwerden höchst wahrscheinlich von aufsen nach innen vorschritt und dafs man demnach bei ihnen die im Allgemeinen äufseren (oberen) für die älteren zu halten hat. Derselbe Fall dürfte auch bei den übrigen abnormen Gesteinen theoretisch stattfinden, ist jedoch durch Beobachtung schwerlich nachzuweisen, weil diese Massengesteine in der Nähe der Erdoberfläche oft sehr unregelmäfsige Formen haben und bis zu unbeobachtbaren Tiefen niedersetzen, bevor sie sich, was deshalb nur wahrscheinlich, aber nicht erwiesen ist, in zusam-

menhängende Erdrindentheile vereinigen. (Man vergleiche das Titelblatt). Die hier unterschiedenen einzelnen Gruppen sind nur der leichteren Uebersicht wegen gebildet, in der Wirklichkeit lassen sich solche scharfe Gränzen nicht nachweisen, man kann z. B. nur sagen: die meisten Granite und Grünsteine sind älter als die meisten Porphyre, obwohl manche einzelne Porphyre vielleicht älter sind als gewisse Granite und Grünsteine. Im Grunde lassen sich hier nicht bestimmte Abtheilungen, sondern nur einzelne Gesteine aufstellen, deren Alter aber keinesweges ganz constant ist.

Indem wir bei Betrachtung der abnormen Gesteine von den wahrscheinlich älteren zu den immer jüngeren übergehen, so haben wir unter diesen Umständen jedenfalls den Vortheil, die einmal eingeschlagene Richtung der Erddurchforschung, die von aufsen nach innen, beibehalten zu können, während uns die eigenthümliche Gestalt und Lagerung derselben, wie durch die Titel-Skizze deutlich wird, immer wieder auf die Oberfläche zurück und selbst durch die normalen Gesteine hindurch führt. Vielmehr, wir verlassen die Oberfläche niemals, denn wir vermögen diese Bestandtheile des unzugänglichen Erdinneren nur in den zu Tage tretenden Verzweigungen zu studiren. Ist auch manches Altersverhältnifs bei diesen Gesteinen noch zweifelhaft, so dürfte doch die angenommene Reihenfolge der Gruppen im Allgemeinen ungefähr die richtige sein.

Von der Grauwacke zu dem versteinerungsleeren Thonschiefer übergehend und so mit unseren Folgerungen aus an der Oberfläche angestellten Beobachtungen in die feste Erdkruste eindringend, gelangen wir also durch eine etwas unsichere Reihenfolge abnormer Massengesteine endlich zu dem noch jetzt nicht erstarrten, heifsflüssigen Erdkerne, dessen Zustand wir nur aus den Laven der thätigen Vulkane ungefähr zu beurtheilen vermögen.

Wenn bei den normalen Gesteinen gewisse einfache Zusammensetzungen aus nur wenigen Mineralien durch das ganze System der Schichten hindurch sich wiederholten und überhaupt eine historische Reihenfolge der zusammensetzen-

den Mineralspecies nicht bemerkbar war, so ist dagegen bei den abnormen Gesteinen die Zusammensetzung weit manchfacher, ihre Unterscheidung beruht wesentlich auf ihrer mineralogischen Verschiedenheit, und eine gewisse Reihenfolge der Mineralien ist unverkennbar, wie es sich aus folgender Zusammenstellung der Gemengtheile einiger für die einzelnen Gruppen besonders wichtiger Gesteine ergibt.

	Hauptgemengtheile. — viel. . wenig.										
Gesteine.	Quarz.	Zweiaxiger Glimmer.	Orthoklas.	Albit.	Hornblende.	Labrador.	Augit.	Olivin.	Einaxiger Glimmer.	Magnet-eisenerz.	Leuzit.
Glimmersch.	—	—									
Gneifs u. Granit	—	—	—	.							
Syenit. . .	.				—	—					
Grünstein .				—	—						
Porphyr . .	.		—								
Melaphyr .						—	—				
Basalt. . .						.	—	.	.	.	
Lava. . . .						.	—		.	.	.

Da hier die Gesteine nach der wahrscheinlichen Altersfolge geordnet sind, so mufs es Jedem leicht auffallen, dafs in den älteren Quarz, zweiaxiger Glimmer, Orthoklas, Albit und Hornblende, in den jüngeren dagegen Augit, Labrador, einaxiger Glimmer, Magneteisenerz u. dergl. vorherrschen.

Abnorme Schiefergesteine.

(Schiefergruppe.)

Uebersicht.

Hauptgesteine.	Untergeordnete Gesteine.	Häufig durchsetzende Massengesteine.
Thonschiefer.	Dachschiefer. Quarzschiefer. Kieselschiefer. Alaunschiefer. Zeichnenschiefer. Hornblendeschiefer. Hornfels. Körniger Kalkstein. Magneteisenstein. Glimmerschiefer	Grünsteine aller Art, theils lager-, theils gangförmig. Andere Massengesteine weniger häufig. Erzgänge.
Glimmerschiefer.	Quarzschiefer. Itakolumit. Eisenglimmerschiefer. Talkglimmerschiefer. Chloritschiefer. Graphit. Cipollin. Körniger Kalkstein. Hornblendeschiefer. Gneifs.	Porphyr, Granit, Grünstein, Quarzfels, körniger Kalkstein, seltener die anderen Massengesteine. Erzgänge.
Gneifs.	Glimmerschiefer. Quarzschiefer. Felsitschiefer. Dichroitgneifs. Talkgneifs. Hornblendeschiefer. Graphit. Körniger Kalkstein. Eisenstein.	Granit, Porphyr, Quarzfels, körniger Kalkstein, seltener die anderen Massengesteine. Erzgänge.

Diese schieferigen oder flaſserigen und meist zugleich schichtförmig abgesonderten krystallinischen Schiefergesteine bilden die Hauptmasse sehr vieler Gebirge, es ist sogar wahrscheinlich, daſs sie die Hauptbasis der gesammten festen Erdoberfläche bilden und fast überall vorherrschen würden, wenn sie nicht in sehr vielen Gegenden durch Flötzgebirge bedeckt wären. Sie sind in allen Welttheilen unter ähnlichen Verhältnissen bekannt. Die zwischen ihnen liegenden Massengesteine durchsetzen keinesweges immer die Schieferung, sehr häufig besitzen sie eine dieser parallele plattenförmige Gestalt und Lagerung, was als eine Folge der leichteren Spaltbarkeit der Schiefergesteine in dieser Richtung anzusehen ist, indem die Massengesteine offenbar Spalten in jenen ausfüllen.

Thonschiefer.

Hauptgestein. In seinen schönsten und reinsten Abänderungen als Tafelschiefer oder Dachschiefer ist derselbe Jedermann hinlänglich bekannt, für gewöhnlich spaltet er jedoch nicht in so ebene und groſse Tafeln, sondern ist oft wulstig, unrein oder von schrägen Klüften vielfach durchschnitten. Von dem sehr ähnlichen Grauwackenschiefer unterscheidet er sich durch im Allgemeinen krystallinischere Natur, deutlicheres Hervortreten von Glimmer, häufige lineare Fältelung und Streifung, welche örtlich nach einer bestimmten Himmelsgegend gerichtet ist, durch den gänzlichen Mangel untergeordneter, mechanisch gemengter Gesteine und organischer Reste, sowie zuweilen durch gewisse als zufällige Gemengtheile auftretende Krystalle von Chiastolith, Feldspath, Granat, Hornblende, Turmalin, Magneteisen, Eisenkies etc., welche dem Grauwackenschiefer fremd sind. Dennoch ist nicht zu leugnen, daſs die Unterscheidung beider oft schwer und für einzelne Handstücke sogar unmöglich ist. Hat man dagegen ein ganzes Gebiet des fraglichen Gesteins vor sich, dann werden sich immer einige entscheidende Merkmale auffinden lassen Als eine bloſse Varietät des Thonschiefers ist der sogenannte

Fruchtschiefer anzusehen, ein durch dunklere Ausscheidungen gefleckte Gestein.

Die äufseren Formen des Thonschiefers ähneln sehr denen der Grauwackengesteine, denn auch bei ihm sind tief eingeschnittene, stark gewundene Thäler eine häufige Erscheinung. Im Allgemeinen ist sein Gebiet recht fruchtbar. Als Vertreter des Thonschiefers sind zuweilen Talkschiefer und Chloritschiefer anzusehen (*Schweizer Alpen*).

Untergeordnete Lager und durchsetzende Massen. Der Thonschiefer geht durch gesondertes Hervortreten von Glimmer und Quarz ganz unmerklich in **Glimmerschiefer** über und enthält oft untergeordnete, z. Th. ebenfalls durch Uebergänge mit ihm verbundene Lager von **Quarzschiefer**, **Kieselschiefer**, **Alaunschiefer**, **Zeichnenschiefer**, **Hornblendeschiefer**, **körnigem Kalkstein** und **Magneteisenstein**, von welchen die letzteren drei jedoch mit zu den später eingetriebenen und also eigentlich durchsetzenden Massen gehören können. Er ist so häufig von Grünsteinen aller Art durchsetzt, oder auch der Schieferung parallel lagerartig durchzogen, dafs man leicht in Versuchung kommen kann, diese abnormen Massen für untergeordnete Lager gleichzeitiger Entstehung zu halten, was jedoch durch Querdurchsetzungen und einige merkwürdige Contacterscheinungen hinlänglich widerlegt wird. Man hat daher die Grünsteine zwar zuweilen räumlich, nie aber ihrer Entstehung nach für untergeordnete Lager des Thonschiefers zu halten, wie das auch schon bei der Grauwackengruppe der Fall war.

Oft zeigt sich der Thonschiefer in der Nähe der Grünsteine ganz besonders auffallend gebogen und gewunden, was als eine Einwirkung dieser letzteren angesehen werden kann.

Die **Erzgänge**, welche im Thonschiefer aufsetzen, sind hier und da der Gegenstand des Bergbaues, im Allgemeinen findet sich jedoch beträchtlicherer Bergbau in den anderen krystallinischen Schiefergesteinen, im Gneifs und Glimmerschiefer.

Verbreitung in Deutschland. Da auf den meisten geognostischen Karten der versteinerungsleere Thonschiefer noch nicht scharf theils von dem Grauwackenschiefer, theils von dem Glimmerschiefer, getrennt ist, so können hier nur einige sicher bekannte Beispiele angeführt werden, während eigentlich der gröfsere Theil der *deutschen* Gebirge neben Glimmerschiefer und Gneifs auch Spuren dieses Thonschiefers enthält.

Bekannte Orte sind: das *Jeschkengebirge* in *Böhmen* nebst seiner Fortsetzung am Südabhange des *Riesengebirges*; am *Erzgebirge*, die Gegenden von *Berggieshübel, Tharand, Nossen*, *Döbeln*, *Rochlitz*, *Waldenburg*, *Auerswalda* bei *Frankenberg*, zwischen *Oederan*, *Löfsnitz* und *Hartenstein*, *Wiesenburg*, *Auerbach*, der ganze südliche Theil des *Voigtlandes* nebst dem angränzenden *Böhmen* und einem Theile des *Fichtelgebirges*.

Beispiel. Der Thonschiefer zwischen *Oederan*, *Löfsnitz* und *Hartenstein* ruht auf Glimmerschiefer und wird theils von Grauwackenschiefer, theils unmittelbar von Rothliegendem überlagert. In jene beiden bildet er allmählige Uebergänge, das letztere bedeckt ihn übergreifend. Er enthält zusammenhängende Züge von Dachschiefer, welche unter anderen bei *Löfsnitz* zu bedeutenden Steinbrüchen Veranlassung geben, und aufserdem einige Kieselschiefer- und Alaunschieferlager. Mehrfach ist er von Grünsteinen durchsetzt, welche durch Grünsteinschiefer z. Th. scheinbar in ihn übergehen. Bei *Olbersdorf* werden Graphitgänge in demselben bebaut. An den meisten Orten läfst er sehr deutliche lineare Streifung oder Fältelung und zuweilen dadurch entstehende fast holzartige Textur wahrnehmen. Die Schieferung ist übrigens gewöhnlich da am unebensten, wo die meisten Quarzwülste ihn durchziehen. Gegen den Glimmerschiefer hin ist das Gestein zum Theil sehr quarzig und enthält viele kleine Granat-, Magneteisenerz- und Schwefelkieskrystalle, theils zeichnet es sich durch Beimengung unendlich vieler, sehr kleiner Feldspathkrystalle aus. Nicht selten findet mitten im Thonschiefergebiete eine solche An-

näherung zum Glimmerschiefer statt, dafs man dessen Gränze schon überschritten zu haben glauben mufs.

Glimmerschiefer.

Hauptgesteine. Der Glimmerschiefer besteht in der Regel aus abwechselnden Lamellen von Glimmer und Quarz, seltener ganz aus Glimmer. Der Quarz bildet zuweilen beträchtliche Wülste darin, besonders bezeichnend für das Gestein ist aber der oft sehr starke Glanz des Glimmers. Am schwersten ist dasselbe hier und da vom Gneifs zu unterscheiden, in welchen es durch Aufnahme von Feldspath ganz allmählig übergeht. Kommen in einem Glimmerschiefergebiete nur einzelne feldspathreiche Partieen vor, so wird man deshalb das ganze Gestein noch nicht Gneis nennen, obwohl ein einzelnes Handstück davon schon diesen Namen verdienen kann. Auch der Glimmerschiefer zeigt vielfach eine parallele Linearfältelung, welche zuweilen in gröfsere sehr manchfache und weniger gesetzmäfsige Windungen der Schieferstructur übergeht *(Eger)*.

Unter den porphyrartigen eingewachsenen zufälligen Gemengtheilen zeichnet sich besonders der Granat durch grofse Häufigkeit aus, seltener sind Feldspath, Turmalin, Beryll, Magneteisenerz, Eisenkies u. s. w.

In den *Alpen* wird der Glimmerschiefer zuweilen durch Talk- oder Chloritschiefer vertreten und zeigt sich auch auf grofse Strecken kalkhaltig. Breite Bergrücken mit einzelnen hervortretenden Felskämmen oder zackige Berggipfel und schroffe Thaleinschnitte sind für den Glimmerschiefer charakteristisch. Der durch ihn gebildete Boden ist im Ganzen weniger fruchtbar als der des Thonschiefers und des Gneifses.

Untergeordnete Lager. Durch Uebergänge entstehen Gneifs, Quarzschiefer und Thonschiefer, durch stellvertretende Gemengtheile Itakolumit, Eisenglimmerschiefer, Talkglimmerschiefer und Cipollin. Aufserdem finden sich im Glimmerschiefer Lager von Gra-

phit, Chloritschiefer, körnigem Kalkstein und Hornblendeschiefer ein.

Durchsetzende Massen. Der Glimmerschiefer ist seltener von Grünsteinen als von Graniten und Porphyren durchsetzt, welche oft grofse Bruchstücke desselben einschliefsen und vielfache Zerrüttungen der ursprünglichen Schieferstructur hervorgebracht haben. Diese Gesteine bilden theils stockförmige Massen, theils Gänge darin. Auch Quarz und körniger Kalkstein, Serpentin, Eklogit und dergleichen durchsetzen hier und da den Glimmerschiefer in Gestalt mächtiger Gänge.

Erzgänge sind besonders in der Nähe von Granit- und Porphyrdurchsetzungen heimisch und geben zu beträchtlichem Bergbau Veranlassung.

Verbreitung in Deutschland. Der Glimmerschiefer spielt eine wichtige Rolle in den *Sudeten* und an den Abhängen des *Riesengebirges,* eben so am nordwestlichen Fufse und im südwestlichen Hochgebiete des *Erzgebirges,* von da durch das *Egerland* sich nach dem *Fichtelgebirge* verzweigend; im *Böhmerwalde,* im nordwestlichen Theile des *Thüringer Waldes,* im *Odenwalde* und im *Schwarzwalde* tritt er nur untergeordnet, besonders mit Gneifs und Granit verbunden, hervor. Dagegen besteht ein grofser Theil der *Schweizer* und *Tyroler Alpen* fast ganz aus Glimmerschiefer.

Beispiel. Im *Erzgebirge* umgibt Glimmerschiefer im Allgemeinen das in ihn übergehende grofse Gneifsterrain, indem er sich auf der anderen Seite in den Thonschiefer verläuft. Die bedeutenderen Granitpartieen, welche in seinem Gebiete hervortreten, sind zunächst gewöhnlich von einem Gneifsmantel umgeben, oder der Glimmerschiefer geht in ihrer Nähe in Schörlschiefer oder in eine Art von Fruchtschiefer über. Aufser den gröfseren Granitpartieen ist derselbe sehr häufig theils gangförmig, theils lagerartig von minder mächtigen Massengesteinen durchsetzt, namentlich durch Schörfels, Quarzbrockenfels, Porphyr, Granit, erzfreien und erzreichen Grünstein, Erlan, Dolomit, körnigen Kalkstein und mancherlei Erzgänge.

Als ein eigenthümliches untergeordnetes Glied des erzgebirgischen Glimmerschiefers ist noch das Beilsteinlager zu erwähnen, welches am *Ochsenkopfe* bei *Schwarzenberg* vorkommt. Der Beilstein ist meist gelblich-, perl- und grünlichgrau, grobsplitterig, zuweilen auch grünlichweifs und geht dann in grünlichen Nephrit über. Das Lager erregte schon lange Aufmerksamkeit durch das Vorkommen von Schmirgel, einer feinkörnigen, blaulichgrauen Korund-Varietät, welche sich meist eingesprengt, selten in kleinen derben Partieen zugleich mit Talk und etwas brauner Zinkblende im Beilsteine findet und zu verschiedenen Malen ein Gegenstand bergmännischer Gewinnung gewesen ist.

Gneifs.

Hauptgestein. Ein wahres Mittelgestein zwischen Glimmerschiefer und Granit. Durch Hinzutreten des Feldspathes zum Glimmerschiefer entsteht Gneifs und, wenn dessen schieferige oder flaserige Textur in die körnige übergeht, Granit. Das Gestein zeigt aufserordentliche Manchfaltigkeit sowohl durch Farbe als Textur; die erstere hängt natürlich von der Färbung und dem gröfseren oder geringeren Vorwalten der einzelnen Gemengtheile ab. Viel dunkler Glimmer macht den Gneifs fast schwarz, Lithionglimmer und viel Quarz blendend weifs, vorherrschender Feldspath zuweilen röthlich, grüner Glimmer grün. Die gemeinste Farbe des Gneifses ist jedoch grau. Die Textur schwankt vom Feinschieferigen bis zum Grobflaserigen; durch grofse ausgesonderte Feldspathkrystalle wird sie hier und da porphyrartig. Charakteristische zufällige Gemengtheile sind zuweilen Granat, Turmalin, Andalusit, Eisenkies u. s. w. In der Regel ist das Gestein der Schieferung parallel in Schichtplatten abgesondert. Doch finden sich auch unregelmäfsig abgesonderte Gneifsmassen, in welchen die Schieferung vielfach gewunden und verworren ist. Parallele Fältelung, oft verbunden mit linearer Streckung der einzelnen Gemengtheile, ist dem Gesteine häufig eigen, und ihre Richtung scheint meist von örtlichen Gesetzen abhängig zu sein.

Die Oberflächenformen des Gneifses ähneln sehr denen des Glimmerschiefers, seine Fruchtbarkeit ist im Allgemeinen gröfser.

Untergeordnete Einlagerungen. Durch Verschwinden oder durch gänzliches Vorherrschen einzelner Gemengtheile entstehen im Gneifsgebiete Glimmerschiefer, Quarzschiefer und Felsitschiefer, durch stellvertretende Gemengtheile Dichroitgneifs, Talkgneifs etc. Aufserdem finden sich darin zuweilen parallele Lagermassen von Hornblendeschiefer, Graphit, körnigem Kalkstein, Roth- und Magneteisenstein etc., welche zum Theil wohl, gleich den durchsetzenden, als später eingedrungene Massen angesehen werden müssen.

Durchsetzende Massen. Stock-, gang- oder z. Th. lagerförmige durchsetzende Massen im Gneifs bilden besonders Granit und Porphyr, seltener Syenit, Grünstein, körniger Kalkstein, Melaphyr und Basalt. Erzgänge sind besonders in der Nähe der Porphyrdurchsetzungen eine sehr häufige Erscheinung im Gneifs; ein grofser Theil des deutschen Erzbergbaues dient zum Beweise hiervon (*Erzgebirge, Riesengebirge, Schwarzwald*).

Verbreitung in Deutschland. Der *Böhmer Wald* und das *Mährische Gebirge* bestehen, soweit man sie jetzt kennt, vorherrschend, der hohe Rücken des *Erzgebirges* und dessen nördlicher Abfall zum grofsen Theil, und eben so das *Fichtelgebirge* in seiner südlichen Hälfte aus Gneifs. Auf der rechten *Elbseite* tritt der Gneifs in den flachhügeligen Gegenden von *Grofsenhain* und *Moritzburg* zwischen Granit und Syenit hervor, ist dann in der *Lausitz* durch ein weit ausgedehntes Granitgebiet, in und an welchem er nur sporadisch vertheilt erscheint, unterbrochen und zeigt sich zusammenhängend erst am West- und Nordabhange des *Riesengebirges* wieder. Weiter westlich besteht ein grofser Theil der *Sudeten* aus demselben. Am *Thüringer Walde* (z. B. bei *Schweina* und *Herges*) sind nur Spuren von Gneifs vorhanden, mächtiger zeigt er sich an der Westseite des *Spessart* und im nordöstlichen Theile des *Odenwaldes* mit Granit und Syenit verbunden.

Der hohe Theil des *Schwarzwaldes* ist wieder vorherrschend ein Gneifsgebirge, und in den *Alpen* ist Gneifs vielfach mit dem herrschenden Glimmerschiefer verbunden.

Beispiel. Der klassischeste Boden für den Gneifs ist unstreitig die Gegend von *Freiberg*. Diefs ist nur ein Theil des zusammenhängenden grofsen nordöstlichen erzgebirgischen Gneifsgebietes, umlagert von Glimmerschiefer und Thonschiefer, hier und da unterbrochen von Graniten und Porphyren, durchsetzt von zahlreichen Erzgängen. Eine der interessantesten Granitmassen dieses Gebietes ragt bei *Naundorf* in elliptischer Gestalt aus dem Gneifs hervor, der sie rings mit aufgerichteter Schieferung mantelförmig umlagert. Die Porphyre treten bei *Freiberg* theils als grofse Massen, theils und öfter als meilenlange Gänge mit den merkwürdigsten Contacterscheinungen auf; die Erzgänge sind in unter sich parallele Gruppen gesondert, welche das Grundgebirge nach verschiedenen Richtungen durchsetzen. Der Gneifs selbst ist meist von aufserordentlich deutlicher Gesteinsbeschaffenheit, regelmäfsig gemengt aus Quarz, Orthoklas und dunklem Felsglimmer, selten untergeordnete Lagermassen von Quarz, Felsit, Hornblendeschiefer u. dergl. enthaltend. Die Zahl seiner Varietäten ist trotz der im Allgemeinen sehr normalen Beschaffenheit dennoch bedeutend. Häufig zeichnet ihn ein constanter Linearparallelismus aus. Die geringe Fruchtbarkeit dieser hohen und von einzelnen Thälern durchschnittenen, aber keinesweges bergigen Gegend rührt nicht sowohl von dem herrschenden Gesteine, sondern vielmehr von ihrer hohen und rauhen Lage her.

Literatur
zur Schiefergruppe.

v. Charpentier, mineralogische Geographie der chursächsischen Lande, 1778.

Naumann, Erläuterungen zur geognostischen Charte des Königreiches Sachsen, II. 1 und 2.

B. Cotta, geognostische Wanderungen I. (1836.)

Abnorme Massengesteine.

Körnig oder dicht, nur selten schieferig, massig oder regelmäfsig abgesondert, nie geschichtet.

Granitgruppe.

Uebersicht.

Granit, viele Varietäten, zum Theil von verschiedenem Alter. Er wird vertreten durch
Pechmatit,
Protogin,
Greisen,
Dichroit-Granit und
Topasfels.
Granulit, (Weifsstein).
Syenit, einige Varietäten. Als seltene Stellvertreter:
Zirkonsyenit und
Hyperstensyenit.

Die Verbreitung dieser Gesteine über die Erdoberfläche ist so allgemein als die der Schiefergesteine, aber die ununterbrochene Ausdehnung derselben ist selten so bedeutend als die jener, obwohl sie zuweilen auch ziemlich beträchtliche Landstriche einnehmen, z. B. in der *Lausitz* und im *Odenwalde*. Sie herrschen vorzugsweise in den Gebirgen. Die Begränzungsform derselben ist im Allgemeinen und namentlich für jene grofsen, z. Th. allerdings elliptischen Gebiete selten auf bestimmte Normen zurückzuführen; im Einzelnen treten sie stockförmig und oft sehr deutlich gangförmig auf, indem sie sowohl die Schiefergesteine und die Grauwackengebilde, als auch sich unter einander als mehr oder minder mächtige Gänge durchsetzen. Besonders ist es eine Eigenthümlichkeit der Granitvarietäten, Gänge von verschiedenem Alter in dem Gebiete irgend eines Hauptgranitgesteines zu bilden. Diese Gänge sind

zuweilen viele Fufse, zuweilen nur einige Zoll mächtig, und eben so verschieden ist auch ihre Längenausdehnung. An den Salbändern oder Stockgränzen („Stockscheidern“) enthalten die Gänge und Stöcke sehr häufig Bruchstücke des durchsetzten Gesteins, und wenn die Zahl derselben sehr überhand nimmt, so entstehen daraus die sogenannten Reibungsconglomerate oder Breccien. Die Schiefergesteine und die ältesten Flötzgebirge (Grauwacke) sind von den Gesteinen dieser Gruppe ebenfalls häufig durchsetzt; Schieferung und Schichtung sind in ihrer Nähe dann oft merkwürdig gestört. Sie selbst finden sich dagegen hier und da von allen anderen Massengesteinen durchbrochen.

Granit.

(*Pechmatit, Protogin, Greisen, Dichroit-Granit, Topasfels.*)

Allgemeines. Der Granit galt sonst für die Grundlage aller übrigen Gebirgsarten; sorgfältige Beobachtungen haben jedoch gelehrt, dafs man ihn keinesweges als solche anzusehen hat. Vielfach und fast überall, wo er damit in Berührung tritt, durchsetzt er den Glimmerschiefer und den Gneifs; am *Harz* und bei *Christiania* in *Norwegen* findet er sich mitten zwischen Grauwackenschiefer und Uebergangskalk, in die er sich gangförmig verzweigt, während er den ersteren in seiner Nähe in sogenannten Hornfels umgewandelt zu haben scheint. Bei *Meifsen* und *Hohnstein* in Sachsen liegt der Granit sogar über dem Quadersandsteine, doch dürfte diese Lage nicht als seine ursprüngliche anzusehen sein.

Granit selbst ist für diese Gruppe durchaus das vorherrschende Gestein; seine Farbe ist natürlich abhängig von der der einzelnen Gemengtheile und defshalb sehr verschieden, am häufigsten hellgrau, gelblich oder röthlich. Sehr oft enthält er einzelne porphyrartig eingemengte grofse Feldspathkrystalle (*Heidelberg, Carlsbad, Fichtelgebirge, Meifsen, Reichenberg* u. s. w.). Da diese Varietät in einigen Gegenden die Hauptmasse der granitischen Berge bildet und von jüngeren, nicht porphyrartigen Granitgängen

durchsetzt wird, so hat ihr v. Leonhard den Namen Gebirgsgranit gegeben. Die grofsen Feldspathkrystalle sind gewöhnlich Orthoklaszwillinge und verwittern defshalb schwerer als der Albit, welcher vorzugsweise als Bestandtheil des eigentlichen Gemenges auftritt und sich meist durch weifse Farbe, schnellere Verwitterung oder feine Streifung der krystallinischen Flächen auszeichnet. Der Gebirgsgranit enthält oft dunkle, fast dichte, sehr glimmerreiche, ziemlich scharf begränzte Flecke, die man geneigt ist für Bruchstücke eines älteren Gesteines (eines Schiefergesteines) zu halten.

Als Gegensätze des Gebirgsgranites kann man verschiedene Varietäten des Ganggranites von verschiedenem Alter unterscheiden, deren Natur und gegenseitiges Verhalten jedoch in den einzelnen Gegenden nicht gleich ist, sowie denn auch der, grofse Gebiete bildende Granit keinesweges immer porphyrartig, sondern zuweilen durchaus von gleichem Korne ist (*Oberlausitz*).

Wenn der Glimmer sich aus dem regelmäfsigen Gemenge des Granites zurückzieht und in einzelnen Nestern concentrirt, so bilden dann Quarz und Feldspath ein eigenthümliches Gestein, Pechmatit, in welchem oft die krystallinischen Theile nach einem bestimmten Gesetze mit einander verwachsen sind. In diesem letzteren Falle nennt man das Gestein Schriftgranit, weil der Querbruch die meist dunkleren Quarztheile in dem helleren Feldspathgrunde wie Schriftzeichen erscheinen läfst. Diese Granitvarietät kommt namentlich in Gängen vor, und der zu einzelnen Partieen concentrirte Glimmer bildet in ihr zuweilen so grofse Massen, dafs man in *Sibirien* Fensterscheiben daraus spalten kann.

Wird der Glimmer des Granites durch Talk vertreten, so entsteht Protogin (*Alpen*); durch Dichroit statt des Quarzes Dichroitgranit (*Böhmer Wald*). Fehlt der Feldspath, so nennt man das Gestein Greisen, dessen stockförmige Massen bei *Altenberg* im *Erzgebirge* Zinnerz als Gemengtheil enthalten. Topasfels ist nur als ein vereinzeltes Vorkommen im Thonschiefer des *Voigtlandes* am *Schneckensteine* unweit *Schöneck* bekannt; durch seine

Textur nähert er sich zwar mehr dem Gneifs, seine **massige Form** und Durchsetzung des Schiefers lassen ihn jedoch **zur Granitgruppe** rechnen. Von den Granulitgängen **im Granit** wird unten die Rede sein. Wirkliche **Uebergänge** des Granites in Syenit durch Aufnahme von Hornblende finden nur selten statt, oft bildet dagegen Granit deutliche Gänge im Syenit (*Meifsen*, *Odenwald*).

Gewisse sehr feinkörnige Granitarten sind oft ziemlich schwer als solche zu erkennen, weil die Bestandtheile zu klein sind, um sie einzeln deutlich unterscheiden zu können; hierher gehört z. B. der Glimmertrapp und zum Theil auch der sogenannte Wiener Pflasterstein.

Annäherungen der körnigen Textur des Granites zur Gneifstextur sind häufiger als wirkliche Uebergänge der neben einander anstehenden Gesteine, welche sich viel gewöhnlicher sehr scharf begränzen. Sehr oft enthält der Granit Bruchstücke des benachbarten Gneifses oder Glimmerschiefers (*Greifenstein* und *Stockwerk* zu *Geier* bei *Annaberg*), und diese Bruchstücke erreichen zuweilen die Gröfse von viele hundert Fufs ausgedehnten Gebirgsschollen.

Als zufällige Gemengtheile des Granites sind bezeichnend Granat und Turmalin, zu den selteneren gehören Andalusit, Pinit, Epidot, Topas, Beryll (diese fünf besonders im Schriftgranit vorkommend) Graphit (zuweilen abbauwürdige Massen bildend), Magneteisenerz, Zinnerz (besonders im Greisen), Molybdänglanz u. s. w.

Die äufseren Formen des Granites sind manchfach; kuppige Berge mit einzelnen Felspartieen herrschen am meisten vor. Diese Felspartieen sind oft von sehr malerischer, klippiger, ruinenartiger Gestalt (sogenannte Teufelsmühlen), indem polsterförmige Platten oder abgerundete wollsackähnliche Blöcke vielfach über einander gethürmt sind (*Luisenburg* bei *Wunsiedel*). Oft ist die Oberfläche des Granites fast gänzlich mit solchen Blöcken (sogenannten Wollsäcken) bedeckt, welche als von der Verwitterung übrig gelassene feste Kerne anzusehen sind. Da nämlich der Granit gewöhnlich massig, plattenförmig oder parallelepipedisch abgesondert ist, so erfolgt die Verwitterung am stärksten von

den Absonderungsklüften aus, zerstört besonders alle Kanten und Ecken und läfst endlich jene abgerundeten Körper übrig. Aufserdem ist die Oberfläche granitischer Gegenden oft dick mit Granitgrus bedeckt, welcher, wie der Granit überhaupt, gewöhnlich einen fruchtbaren Boden liefert.

Die Gesteine dieser Gruppe sind nicht gerade häufig von Erzgängen durchsetzt; die gewöhnlichsten der letzteren sind im Granit Eisenstein- und Zinnerzgänge. Das Zinnerz als Gemengtheil im Greisen haben wir bereits erwähnt, ebenso die Edelsteine, welche als zufällige Gemengtheile auftreten.

Verbreitung. In Deutschland findet sich der Granit vorzüglich in folgenden Gegenden:

Zwischen *Neifse* und *Glatz;* am Hauptrücken des *Riesengebirges*, in der *Oberlausitz* und von da zusammenhängend bis *Dresden* und *Grofsenhain;* mehr vereinzelt zwischen Syenit bei *Meifsen* und zwischen Gneifs im nordöstlichen Theile des *Erzgebirges;* gröfsere Gebiete bildend im südwestlichen *Erzgebirge*, bei *Carlsbad*, im *Fichtelgebirge*, im *Böhmer* und *Baierischen Walde*, im Herzen *Böhmens* und im *Mährischen Gebirge*. Diese Granitpartieen, welche den grofsen *böhmischen* Kessel einschliefsen, bilden zusammengenommen das östliche Hauptgranitgebiet *Deutschlands*. Im Westen erscheint derselbe vielmehr vereinzelt am *Brocken* und am *Rammberg* in der Grauwacke des *Harzes*, am nördlichen Fufse des *Kiffhäusers*, im *Thüringer Walde* besonders südlich von *Eisenach;* bei *Aschaffenburg*, im westlichen *Odenwalde* vielfach mit Syenit verbunden; im *Schwarzwalde*. Verhältnifsmäfsig unbedeutend ist dessen Verbreitung in den *Alpen*.

Beispiele. Bei *Heidelberg* ist durch den Einschnitt des *Neckarthales* der Granit zu Tage gelegt, welcher aufserdem hier überall mit buntem Sandsteine bedeckt sein würde. Die malerischen, aus einer überaus üppigen Vegetation hervorragenden Granitfelsen reichen auf beiden Thalseiten etwa bis zur Höhe der herrlichen Schlofsruine und etwas darüber, dann aber bestehen die ungleich höheren Berge gänzlich aus buntem Sandsteine. Die Hauptmasse

dieses kleinen Granitgebietes, welches an Entblöfsungen sehr reich ist, bildet ein mittelkörniger, durch viele grofse Orthoklaszwillinge porphyrartiger Granit, mit jenen oben angedeuteten dunklen glimmerreichen Ausscheidungen oder Bruchstücken, aber ohne weitere zufällige Gemengtheile, Gebirgsgranit. In ihm setzen in unter sich ziemlich paralleler Richtung viele mächtige Gänge eines nicht porphyrartigen feinkörnigen Granites mit vielem beigemengten Turmalin auf; v. Leonhard hat ihn Ganggranit Nr. I. genannt. Diese Gänge enthalten häufig grofse und kleine festumschlossene Bruchstücke des Gebirgsgranites, gegen den sie überall scharf, zuweilen sogar durch sehr deutliche weit fortsetzende Reibungsflächen begränzt sind. Beide genannte Granitvarietäten sind wieder von minder mächtigen Gängen einer dritten Granitart, des Ganggranites Nr. II., durchsetzt. Dieser letztere ist ungleich und unregelmäfsig gemengt, an den Salbändern oft sehr feinkörnig, in der Mitte der Gänge dagegen äufserst grobkörnig, so dafs man fast jeden der Gemengtheile abgesondert herausschlagen kann. Er enthält nicht nur Turmalin, sondern auch Granat und Pinit als zufällige Beimengung und Bruchstücke sowohl vom Gebirgsgranit, als auch vom Ganggranit. Ganz ähnlich wie bei *Heidelberg* verhalten sich die Granitvarietäten bei *Carlsbad* und bei *Meifsen*.

Bei *Geier* im *Erzgebirge* haben drei stockförmige Granitmassen den Glimmerschiefer durchbrochen, der in ihrer Nähe in Gneifs übergeht. Die eine dieser Granitmassen bildet den wegen seiner vortrefflichen Aussicht bekannten Greifenstein. Auf dem Rücken des Berges erhebt sich eine Reihe von 9 oder 10 gegen 100′ hohen Felsklippen, welche aus lauter polsterförmigen Granitmassen aufgethürmt sind. Das Gestein ist theils fein-, theils grobkörnig, besteht aus vielem röthlichen Feldspath, grauem Quarz und wenigem silberweifsen bis tombackgelben Glimmer; durch einzelne gröfsere Feldspathkrystalle wird es oft porphyrartig und enthält zuweilen kleine blaulichweifse Topase, Apatit und fein eingesprengtes Zinnerz.

Besonders interessant sind diese Felsen durch die zahlreichen von ihnen eingeschlossenen Schieferfragmente, von

denen die gröfseren, oft ohne Unterbrechung durch mehre Polstermassen hindurchgehenden, gewöhnlich aus Glimmerschiefer, die kleineren dagegen aus Gneifs bestehen. Die Gränzen dieser hier und da von Granitadern durchzogenen Bruchstücke sind scharf und eckig, der Granit ist in ihrer Nähe meist unverändert; bisweilen aber sind die Fragmente auf einer Seite zunächst von einer grobkörnigen Quarz- und Feldspathlage umgeben. Die Schieferung dieser offenbar von dem Nebengesteine des Granites losgerissenen Bruchstücke ist ganz unregelmäfsig nach verschiedenen Richtungen gekehrt.

Eine zweite weniger interessante Granitmasse bei *Geier* bildet den sogenannten *Zinnberg*, welcher zum Theil in Greisen übergeht. Um so lehrreicher ist dagegen die dritte dieser Granitmassen, die durch Bergbau nach allen Richtungen aufgeschlossene des *Geier'schen Stockwerkes*. Es ist eine im Gneifs und Glimmerschiefer eingeschlossene, Zinnerz führende Granitmasse, deren Gestalt die eines durch die Gebirgsoberfläche abgestumpften und an seiner Südostseite durch eine nordwestlich einfallende Fläche abgeschnittenen Kegels ist, an welchem sich die 40° NW fallenden Schiefergesteine im Streichen und Fallen abstofsen. Die Verbreitung dieser Granitmasse an der Oberfläche wird ungefähr durch die Ränder einer grofsen Pinge bezeichnet, welche durch das mehrmalige Zusammenbrechen der alten Grubenbaue entstanden ist. Die körnige Textur des Granites ist nicht immer deutlich ausgeprägt, das Gestein nähert sich vielmehr bisweilen einer dichten Felsitmasse mit eingestreuten Quarzkörnern und Glimmerschuppen; der Glimmer ist oft talk- oder chloritartig. Als zufällige Gemengtheile treten Turmalin und Apatit, seltener auch Flufsspath, Epidot, Zinnerz, Kupferkies und Arsenkies hinzu. Der an mehren Punkten, namentlich in den Grubenbauen zu beobachtende sogenannte Stockscheider, welcher wie eine Schale, jedoch ohne scharfe Begränzung den Granit von den Schiefergesteinen absondert, besteht aus zweierlei verschiedenen Gesteinen. Das eine, minder häufige, ist ein inniges Gemenge von Quarz und Feldspath und

schliefst eckige Gneifsbruchstücke ein. Das andere, häufigere, ist ein ungewöhnlich grobkörniger Granit mit vorwaltendem fleischrothen Feldspath.

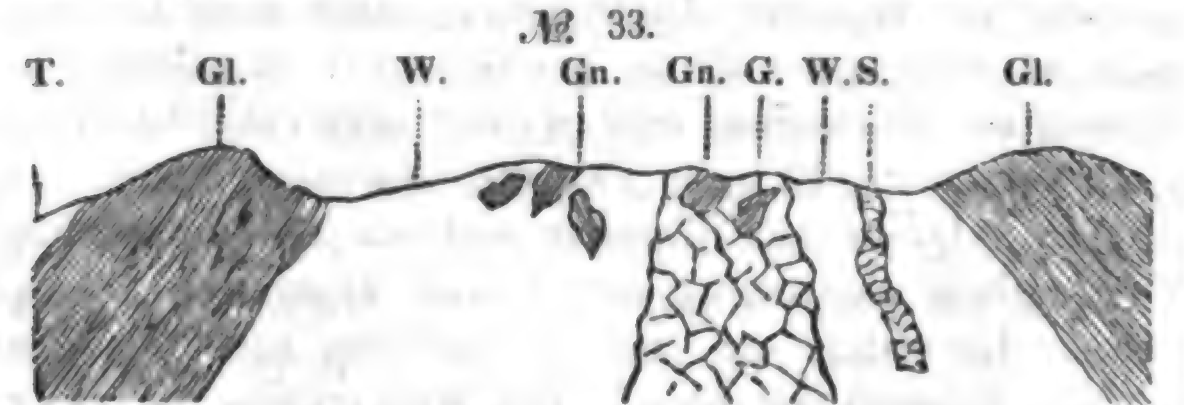
Die ganze Granitmasse wird von mehren unter sich ziemlich parallelen Gangzügen durchsetzt, welche, ½ bis 8 Zoll mächtig, hauptsächlich aus Quarz mit Talk, Speckstein, Zinnerz, Wolfram, Arsenkies und Eisenkies bestehen. Diese Gänge sind z. Th. auf's Innigste mit dem quarzreichen und zinnerzhaltigen Nebengesteine verflöfst. Die ziemlich horizontalen Absonderungsklüfte des Granites durchsetzen zugleich diese Gänge und enthalten in ihrer Nähe häufig auch Zinnerz.

Granulit.

(Weifsstein).

Dieses eigenthümliche, aber wenig verbreitete Gestein ist nur am nördlichen Fufse des *Erzgebirges* in so beträchtlicher und zusammenhängender Ausdehnung und unter so selbstständigen Verhältnissen bekannt, dafs es deshalb einer abgesonderten Behandlung bedarf. Aufserdem erscheint es zuweilen gangförmig in den Schiefergesteinen und im Granit, namentlich in dem der Lausitz. Das erwähnte Granulitgebiet tritt mit auffallend elliptischer Gestalt zwischen *Rofswein*, *Hartha*, *Geringswalda*, *Wechselburg*, *Penig*, *Callenberg*, *Limbach*, *Wittchensdorf*, *Ottendorf*, *Nassau* und *Böhrigen* als ein kleines flaches abgesondertes Gebirge aus dem Glimmerschiefer hervor, der nach allen Seiten von ihm abfällt und dasselbe wallartig umgibt, indem er meist gröfsere Höhen erreicht als der Granulit selbst.

№ 33.



T. = Thonschiefer. Gl. = Glimmerschiefer. Gn. = Gneifs. W. = Granulit zwischen Rochlitz und Gersdorf. G. = Granit. S. = Serpentin.

Während das Gestein in den geringmächtigen Gängen gewöhnlich eine körnige Textur zeigt, so ist dagegen der Granulit dieser Hügelgruppe meist schieferig und plattenförmig abgesondert; die vorherrschend gelblichweifse Farbe geht durch Grau in's Schwärzlichgraugrüne über, und die Mengung wird zuweilen so fein und innig, dafs man die einzelnen Bestandtheile nicht mehr zu unterscheiden vermag. Mächtige Granitgänge mit Gneifsfragmenten, sowie einzelne Grünstein- und Serpentinmassen durchsetzen das Gestein, welches mitten in seinem Gebiete bei *Erlau* und *Luntzenau* grofse Gneifsschollen enthält und an seinen Rändern vielfach umändernd (fast verschlackend) auf den Glimmerschiefer eingewirkt hat, von dem es ebenfalls kleinere Fragmente umschliefst.

Dieses Granulitgebiet ist im Allgemeinen flachhügelig zu nennen; nur die gröfseren Flufsthäler schneiden zuweilen schroff und felsig in dasselbe ein. Der Boden ist durchschnittlich fruchtbar.

Syenit.

(Zirkonsyenit, Hyperstensyenit.)

Allgemeines. Der Syenit ist weniger verbreitet als der Granit und nimmt, wenigstens in *Deutschland*, keine sehr ausgebreiteten Gebiete ein, was in *Chile* und am *Sinai* allerdings der Fall sein soll; dagegen ist er auch seltener in schmale Gänge zersplittert, sondern zeigt sich vielmehr gewöhnlich in zusammenhängenden Massen und Berggebieten von mittlerer Ausdehnung. Auch seine Gesteinsnatur ist einförmiger als die des Granites; je nachdem die dunkelgrüne Hornblende oder weifser oder röthlicher Feldspath vorwalten, ist seine Färbung entweder grünlich oder röthlich. Quarz und Glimmer sind nur als unwesentliche Gemengtheile anzusehen, der Titanit dagegen tritt in zu kleinen Krystallen auf, um wesentlichen Einflufs auf das äufsere Ansehen zu üben. Die Stellvertreter, Zirkonsyenit und Hyperstensyenit, sind in *Deutschland* kaum bekannte Erscheinungen.

Der meiste Syenit ist unbestimmt massig abgesondert, seine äufseren Formen ähneln denen des Granites, nur sind die Felsen scharfkantiger, die Blöcke unregelmäfsiger, weniger polster- oder wollsackartig. Die bedeutendste Anhäufung solcher Blöcke findet am Felsmeere im *Odenwalde* statt, wo auch die bekannte aus Syenit gearbeitete Riesensäule liegt. Die Fruchtbarkeit des Syenitbodens entspricht im Allgemeinen ebenfalls der des Granitbodens.

Verbreitung in Deutschland. Am nördlichen Fufse des *Erzgebirges*, bei *Meifsen, Moritzburg*, *Wilsdruff* und im *Plauen'schen Grunde;* sehr isolirt am *Kiffhäuser;* am *Thüringer Walde:* bei *Brotterode*, *Herges*, *Kl. Schmalkalden, Suhl*, *Bischoffsroda* und am *Dreiherrnsteine;* im *Odenwalde:* zwischen *Weinheim*, *Heppenheim* und dem *Birkenauer Thale,* zwischen *Reichenbach* und *Neukirchen,* sowie zwischen *Seeheim* und *Rofsdorf* (letztere Lokalität vielleicht mehr zum Grünstein gehörig).

Beispiel. Der Syenit der Gegend von *Meifsen* und *Dresden* bildet in bedeutender Ausdehnung die eigentliche Felsgrundlage dieser innerhalb des *Elbthales* vielfach mit Weinbergen bedeckten Gegend. Seine Zusammensetzung ist sehr normal und deutlich, der röthliche oder fast weifse Feldspath herrscht vor, Quarz und Glimmer sind besonders in der Gegend von *Moritzburg* beigemengt, im *Plauen'schen Grunde* fehlen sie. Die aus Syenit bestehenden Thalgehänge sind steil, felsig und kuppig, auch auf den zusammenhängenden Plateaus, namentlich im *Moritzburger* Walde, erheben sich zahlreiche kegelförmige Bergkuppen von geringer Höhe. Vielfach ist das Gestein von Granit und Porphyr durchsetzt, theils in gröfseren stockförmigen Massen, theils ausgezeichnet gangförmig, wobei der Porphyr sich noch jünger als der Granit erweist *(Katzensprung* bei *Meifsen)*. Häufig enthält dieser Syenit auch beträchtliche Gneifsschollen *(Moritzburg)*, durch welche die sehr häufigen Granitgänge ununterbrochen fortsetzen. Von den Melaphyrgängen bei der *Königsmühle* im *Plauen'schen Grunde* wird später noch besonders die Rede sein.

Da auch der *Odenwalder* Syenit vielfach von Granit-

gängen durchsetzt wird, ein Syenitgang im Granit aber bisher noch nicht beobachtet wurde, so scheint daraus hervorzugehen, dafs der Syenit im Allgemeinen älter ist als der meiste Granit; seine geringere Verbreitung und Wichtigkeit, sowie das bessere Anschliefsen des Granites an den Gneifs und des Syenites an den Grünstein haben uns jedoch veranlafst, ihn hier jenem nachzusetzen. Ueberhaupt läfst sich bei den abnormen Massengesteinen eine strenge Bestimmung der Altersfolge durchaus nicht durchführen.

Literatur
zur Granitgruppe.

v. Oeynhausen, geognostische Beschreibung von Oberschlesien, 1822.

Klippstein, Uebersicht der Ergebnisse einer geognostischen Erforschung des Odenwaldes, 1829.

Bronn, Göa Heidelbergensis, 1830.

Merian, der Schwarzwald 1831.

Gumprecht, Beiträge zur geognostischen Kenntnifs Sachsens und Böhmens, 1835.

Naumann und Cotta, Erläuterungen zur geognostischen Karte des Königr. Sachsen. H. 1, 2 und 3.

B. Cotta, geognostische Wanderungen, I. und II.

Grünsteingruppe.

(Trappgebilde.)

Uebersicht.

Grünstein:
- Diorit und Dioritschiefer,
- Hyperit und Hyperitschiefer,
- Aphanit, Aphanitschiefer und Aphanitporphyr,
- Erzhaltiger Grünstein,
- Magneteisenstein,
- Gabbro,
- Paulitfels,
- Eklogit,
- Erlan,
- Schalstein,
- Hornblendegestein,
- Wacke,

Serpentin und
- Ophit.

Alle diese Gesteine zeigen eine grofse Verwandtschaft ihrer Bestandmasse sowohl, als ihrer Lagerungsverhältnisse und geognostischen Stellung überhaupt. Einige davon sind sogar oft schwer mit Bestimmtheit von einander zu unterscheiden. Die räumlichen Verhältnisse, unter denen sie auftreten, weichen insofern ab von denen der vorhergehenden Gesteine, als sie nie weit ausgedehnte Gebiete im Zusammenhange constituiren, sondern vielmehr kleine unregelmäfsige Massen, Stöcke, lagerförmige Körper und Gänge mit vielfachen Verzweigungen im Gebiete der Granitgruppe, der Schiefergesteine, der Grauwacke und selbst der Kohlengruppe aller Erdtheile bilden.

Wenn ich diese Gruppe hier den Porphyren voranstelle, so geschieht es theils wegen der grofsen Verwandtschaft mit dem Syenit, theils aber auch aus geologischen Gründen, indem ich sie im Allgemeinen für älter halte als die der Porphyre. Zwar sind die Felsitporphyre auf

der anderen Seite sehr nahe mit den Graniten verwandt und zum Theil vielleicht sogar auch älter als einige Grünsteine, dagegen aber schliefsen sich die Melaphyre der Porphyrgruppe geologisch und petrographisch den Basalten zu innig an, als dafs sie weit davon getrennt werden dürften.

Grünsteine.

Allgemeines. Ganz besonders heimisch sind die Grünsteine in dem Thonschiefer, sowohl in dem versteinerungsleeren, als auch in dem der Grauwackengruppe, weshalb sie nach dem Wernerischen Systeme mit zu diesen Formationen gerechnet wurden. Sie durchdringen den Thonschiefer nicht nur gang- und stockförmig, sondern bilden auch sehr häufig der Schieferung parallele lagerförmige Körper darin, die jedoch vielfach durch gangartige Ausläufer, durch Bruchstücke des Nebengesteins, oder durch besondere Einwirkungen auf dasselbe sich als jüngere Eindringlinge erweisen. Wo der Thonschiefer vielfach von Grünsteinen durchdrungen ist, da zeigt er gewöhnlich eine sehr gewundene oder verworrene Schieferstructur. Die Grünsteinschiefer liegen in der Regel parallel zwischen anderen Schiefergesteinen, in die sie häufig scheinbare Uebergänge bilden.

Die einzelnen Gesteine sind oft schwer von einander zu unterscheiden, und zwar nur durch die S. 51. angegebenen Charaktere, da sie sich ihrer Lagerung nach vollkommen ähnlich verhalten; für agronomische Zwecke ist es überhaupt kaum nöthig, sie speciell zu benennen. Der grobkörnige Diorit kann überdiefs noch leicht mit dem Syenit verwechselt werden, weshalb es gut sein wird, aufser dem wesentlichsten mineralogischen Unterschiede, welcher in der Verschiedenheit der beiderseitigen Feldspatharten beruht, auch noch einige Hülfsmerkmale zu kennen, da der Feldspathgehalt zuweilen keine sichere Bestimmung gestattet. Diese Hülfskennzeichen stehen einander so gegenüber:

Syenit.	Diorit.
Die dunkelgrüne Hornblende verwittert gleichzeitig oder früher als der meist gelbliche oder röthliche Labrador-Feldspath, und beide bilden an der Gesteinsoberfläche häufig einen sehr eisenschüssigen Grus.	**Der meist weifse Albit verwittert früher als die dunkelgrüne Hornblende, welche letztere deshalb an der verwitternden Gesteinsoberfläche oft hervorragt.**
Färbung: röthlich oder weifslich grün.	**Grün bis fast schwarz.**
Zufällige Gemengtheile: fast stets kleine braune Titanitkrystalle, zuweilen auch Quarz und Glimmer.	**Schwefelkies und Magnetkies.**
Mit Epidot bedeckte Klüfte	**sind beiden gemein.**
Absonderung: massig, eckig.	**Kugelig, knollig, massig.**
Grofse Massen oder Berggebiete bildend.	**Kleine Massen, Lager oder Gänge bildend.**

Die gewöhnlichsten Absonderungen der Grünsteine überhaupt sind die unbestimmt massige, die knollige, oder die kugelförmige mit concentrischen Schalen. Zu den selteneren Erscheinungen gehören Säulen und Platten.

Die Grünsteine enthalten als zufällige Beimengungen bisweilen verschiedene Erze in so beträchtlicher Menge, dafs sie dadurch ein Gegenstand bergmännischer Gewinnung werden. Diese Erze sind namentlich Magneteisenerz, Magnetkies, Kupferkies und Zinnerz, verbunden mit Granat, Prasem, Strahlstein, Epidot, Turmalin, Blende u. dergl. Man nennt dieselben erzhaltige Grünsteine; der ursprüngliche Charakter geht durch solche vorherrschende Beimengungen zuweilen gänzlich verloren, und es findet ein allmähliger Uebergang der erzhaltigen Grünsteine in reine Erzmassen, namentlich in körnigen Magneteisenstein statt.

Besondere Erzgänge gehören dagegen zu den selteneren Erscheinungen in den Grünsteinen.

Die an die Oberfläche tretenden Grünsteine bilden in der Regel kleine Felskuppen, welche, zumal in den Thonschiefergegenden, oft aus der Ferne schon erkannt werden

können. Der Boden, den sie liefern, bewährt sich vorzugsweise fruchtbar, doch ist die felsige Oberfläche zuweilen der Feldkultur hinderlich und veranlafst defshalb oft kleine Feldhölzer in den Thonschieferfluren.

Verbreitung in Deutschland. In den Schiefergesteinen der *Sudeten* und des *Riesengebirges,* z. B. bei *Freiwaldau, Silberberg* und *Kratzau* in *Böhmen;* in dem Granit der *Lausitz,* z. B. bei *Ebersbach, Schluckenau, Bautzen, Bischoffswerda* und *Neustadt;* in den Schiefergesteinen des *Erzgebirges,* besonders bei *Tharand, Siebenlehn, Zella* unweit *Nossen, Rofswein, Hainichen, Löfsnitz, Hartenstein, Wildenfels, Schönfels, Schwarzenberg* (erzhaltig); im Thon- und Grauwackenschiefer des *Voigtlandes* sehr allgemein verbreitet; in den Schiefergesteinen und der Grauwackengruppe des *Fichtelgebirges,* z. B. bei *Lichtenberg, Naila, Hof, Grafengehaig, Münchberg, Schwarzenbach, Schorgast, Gefrees* u. s. w.; am *Thüringer Walde* bei *Schmiedefeld* und bei *Schnellbach;* in der Grauwacke des *Harzes* besonders bei *Harkeroda, Rammelburg, Stiege, Blankenburg, Hohegeifs, Altenau* und am *Auerhahn,* im rheinischen Schiefergebirge bei *Balve, Altona, Breckerfeld,* im *Lochethale* und am *Hundsrück;* im granitischen *Odenwalde* nordöstlich von *Darmstadt* und aufserdem vertheilt.

Beispiele. Die Grünsteine der *Lausitz* lassen sich in folgende Varietäten sondern:

1) Deutlich gemengter Diorit von mittlerem Korne bildet einzelne Felskuppen und scheint den Granit stockförmig zu durchsetzen; er enthält häufig Eisen- und Magnetkies, sowie auf Klüften Epidot.
2) Weniger deutlich gemengter feinkörniger, sehr dunkelgrüner bis schwarzer Diorit, in Gestalt 2 bis 20′ mächtiger Gänge den Granit durchsetzend. Mit wenigen zufälligen Beimengungen, aber Granitbruchstücke umschliefsend.
3) Dichte schwarze basaltähnliche Dioritgänge von 1 bis 2″ Mächtigkeit, bei gröfserer Dicke in die unter 2 genannten übergehend, zuweilen aber auch dieselben

durchsetzend, so namentlich bei *Belmsdorf* unweit *Bischoffswerda*, wo man einen etwa 20' mächtigen Dioritgang als Strafsenstein abbaut, der so wie der benachbarte Granit von einem zwei Zoll mächtigen ganz dichten durchsetzt wird.

4) Wackengänge; diese sind nichts Anderes als verwitterte oder unvollkommen ausgebildete Dioritgänge von verschiedener Mächtigkeit.

Bei *Stiege* am *Harz* ist der Grauwackerschiefer von unzähligen Grünsteinmassen durchdrungen, welche sich netzartig verzweigen, oft aber so dünne, der Schieferung parallele Lagen constituiren, dafs man kaum glauben sollte, sie seien etwas später dazwischen Gekommenes. Die gröfseren Massen haben häufig auffallende Windungen der Schieferung veranlafst, die sich ihren Unebenheiten öfter anschliefsen, als sie von denselben durchsetzt werden. Das Gestein ist hier meist Aphanit, selten selbst schieferig, aber zuweilen blasig, schlacken- oder mandelsteinartig, knollig bis kugelig abgesondert. Wo die Gemengtheile deutlicher hervortreten, läfst sich mehr auf Hyperit als auf Diorit schliefsen.

Zu den besonders interessanten und auch technisch wichtigen Erscheinungen gehören die erzhaltigen Grünsteine der Gegend von *Schwarzenberg*. Sie durchziehen mehr oder weniger lagerförmig den Glimmerschiefer dieser Gegend und treffen mehrfach mit Dolomit und körnigem Kalkstein zusammen, mit denen sie hier in einer interessanten Wechselbeziehung stehen. Diese Grünsteine sowohl als die Kalkgebilde lagern in der Regel dem Schiefer ziemlich parallel; nichts desto weniger aber erweisen sie sich durch einzelne Abweichungen von dieser Regelmäfsigkeit, sowie durch Bruchstücke des Nebengesteins und andere Beziehungen unter sich, als eigentliche Spaltenausfüllungen, welche nur der leichteren Spaltbarkeit wegen der Schieferrichtung vielfach gefolgt sind. Die Mächtigkeit dieser lagerförmigen Gänge beträgt gewöhnlich einige bis mehre dreifsig Fufs. In den Grünsteinen werden die Erze oft so vorherrschend, dafs die ursprüngliche Grundmasse gar nicht

mehr zu erkennen ist, doch finden auch Uebergänge in diejenigen Gesteine statt, welche nur einzelne Erztheile als zufällige Gemengtheile enthalten. Die in ihnen vorkommenden Erzarten sind besonders Magneteisenerz, Magnetkies, Eisenkies, Kupferkies, Arsenkies, Zinnerz, schwarze und braune Blende und Bleiglanz mit Silbergehalt; mit diesen verbunden, finden sich häufig viele andere Mineralien, z. B. Granat, Vesuvian, Strahlstein, Chlorit, Diopsit, Salit, Epidot, Turmalin, Quarz, Prasen, Glimmer, Talk, Speckstein, Feldspath, Axinit, Apatit, Skorodit, Würfelerz, Helvin, Serpentin, Kalkspath und Braunspath. Dabei ist die Zusammensetzung der einzelnen Massen aufserordentlich verschieden. Die reinen Kalksteine und Dolomite mit eingerechnet, kann man in der Gegend von *Schwarzenberg* nach Bestand und gegenseitigen Lagerungsverhältnissen ungefähr folgende Formationen dieser lagerförmigen Ganggebilde unterscheiden:

1) **Zinn- und andere Erze führende Grünsteine,**
2) **Erzführende Grünsteine ohne Zinn, gewöhnlich mit scharf abgesonderten kalkigen Nebengliedern,**
3) **Gemenge von Grünstein und Kalkstein — Erlan,**
4) **Körniger Kalkstein und Dolomit, und**
5) **Grünstein (oder Wacke) ohne Erze.**

Serpentin.

Allgemeines. Seltener als die Grünsteine, stock- und gangförmig in Granit- und Schiefergesteinen, vorzüglich im Granulit und im Glimmerschiefer. Einige Geognosten nehmen an, dafs der Serpentin durch Umwandlung aus Grünstein hervorgegangen sei. Seine Absonderung ist massig, knollig, kugelig oder vielfach zerklüftet. Die Klüfte sind oft mit Asbest bedeckt, der auch feste Adern im Gesteine bildet. Granat (Pyrop) ist ein sehr gewöhnlicher zufälliger Gemengtheil, seltener sind Eisenkies, Arsenkies, Magnetkies u. s. w. Der Serpentin bildet häufig kleine Felskuppen und verhält sich an der Oberfläche überhaupt den Grünsteinen ganz ähnlich. Gewisse Serpentine sollen selbst die Juraformation durchsetzen. Der vielfache tech-

nische Gebrauch des Gesteins verleiht ihm eine besondere Wichtigkeit.

Verbreitung in Deutschland. Im Gneißgebiete zwischen *Glatz* und *Breslau;* am Nordabhange des *Erzgebirges* im Diorit bei *Siebenlehn,* im Granulit bei *Greifendorf, Waldheim, Gielsberg, Seifersbach, Zschöppichen, Hoiersdorf, Taura, Ober-Frohna, Falken, Reichenbach* und *Callenberg;* im Glimmerschiefer bei *Tirselheim* unweit *Lichtenstein* und im Gneiß bei *Zöblitz;* am *Kaiserwalde* zwischen *Carlsbad* und *Marienbad;* an der *Baste* am *Harz* u. s. w. Besonders häufig findet sich der Serpentin auch in den *Alpen.*

Literatur
zur Grünsteingruppe.

G. Rose, in Poggendorf's Annalen der Phys. und Chem. 1835. Bd. XXXVI. Stück 1.

Naumann und Cotta, Erläuterungen zur geogn. Karte von Sachsen. H. 1, 2 und 3.

Stifft, geognostische Beschreibung des Herzogthums Nassau. 1831 (hier besonders wegen des Schalsteins wichtig).

Zinken, der östliche Harz. 1825.

Porphyrgruppe.

Uebersicht.

Felsitporphyr,
- **Quarzporphyr,**
- **Glimmerporphyr,**
- **Syenitporphyr,**
- **Pyromerit,**

Pechsteinporphyr und Pechstein,
- **Perlstein,**

Melaphyr,
- **Dichter Melaphyr,**
- **porphyrartiger Melaphyr,**
- **Mandelstein,**
- **Augitfels.**

Diese Gesteine von aufserordentlich manchfaltiger Natur bilden ansehnliche Gebiete, stockförmige Massen und mächtige, weit ausgedehnte Gänge in den Granit- und Schiefergesteinen, in der Grauwackengruppe und in der Kohlengruppe; vielleicht reichen sie sogar bis in den bunten Sandstein hinein. Sie sind ganz besonders geeignet zur Berg- und Felsenbildung, und häufig bestehen isolirte Berge im Gebiete anderer Gesteine aus Porphyr. Ihr Vorkommen unter ähnlichen Verhältnissen ist in allen Erdtheilen nachgewiesen.

Felsitporphyr.

Allgemeines. Durch die Farbe und Beschaffenheit der Grundmasse, sowie durch die Natur der eingemengten Krystalle, entstehen unzählige Gesteinsvarietäten desselben, welche zum Theil auch unter sich von ungleichem Alter sind und sich gegenseitig durchsetzen. Für Bodenkunde und Technik bleiben die durch Verwitterungsgrade bedingten Varietäten, Hornstein-, Feldstein- und Thonsteinporphyr, stets von grofser Wichtigkeit; geognostisch und geologisch sind die Unterscheidungen von Quarz- und Glimmerporphyr wichtiger, von denen in der Regel der letztere sich als jünger wie der erstere erweist (bei *Meifsen*). Syenitporphyr und Pyromerit gehören schon zu den selteneren Erscheinungen. Der Felsitporphyr bildet eben so oft grofse Gebiete und stockförmige Massen als weit erstreckte

Gänge; an den Gränzen gegen die durchsetzten Gesteine enthält er häufig Bruchstücke derselben, und durch deren Ueberhandnahme entstehen zuweilen wahre **Reibungsconglomerate.** Die Absonderungsformen der Porphyre sind mehr eckig als rundlich; massige Absonderung, vielfache Zerklüftung, Säulen- oder Tafelform sind die gewöhnlichsten Erscheinungen; damascirte Säulen gehören zu den interessanten Seltenheiten (z. B. am *Wachenberge* an der *Bergstrafse*). Diese Absonderungsverhältnisse, verbunden mit den räumlichen Ausdehnungen und dem ungleichen Bestande der Porphyrgesteine, bewirken in der Regel eine sehr unebene, oft felsige Oberfläche; die Bodenbedeckung ist selten beträchtlich, der vorhandene Boden aber ist, wo er dick genug liegt, in der Regel fruchtbar.

Zu den zufälligen Gemengtheilen der Porphyre gehören besonders Granat und Eisenkies. Erzgänge im Porphyr selbst sind nicht häufig, desto häufiger dagegen in seiner Nähe in den Schiefergesteinen. Hier und da finden sie sich jedoch auch im Porphyr selbst, namentlich eisen- und manganhaltige Erzgänge (*Ilefeld*, *Ilmenau*), wie denn sehr häufig auch die Absonderungsklüfte des Porphyrs mit Dendriten von Eisen- oder Manganoxyd bedeckt sind.

Verbreitung in Deutschland. In den *Sudeten* und am *Riesengebirge:* im Gebiete der Kohlengruppe bei *Waldenburg*, *Friedland* und *Liebau;* im Thonschiefer bei *Weifsbach*, am *Sattelwalde* und bei *Liebau* in *Böhmen;* im *Erzgebirge* und in dessen Umgebungen; bei *Moritzburg* (Gang im Syenit), zwischen *Grofsenhain* und *Meifsen*, von *Meifsen* nach *Polenz* und *Lommatzsch* zu zwischen Syenit und Granit mit Pechstein; im Gneifs bei *Tharand, Liebstadt, Altenberg, Teplitz, Frauenstein* und *Freiberg;* im Glimmerschiefer bei *Augustusburg* und *Schwarzenberg;* im Thonschiefer bei *Flöhe* unweit *Oederan;* im Rothliegenden bei *Chemnitz, Pfaffenhain* und *Hohenstein;* als grofses zusammenhängendes Gebiet zwischen Grauwacke und Thonschiefer, zuweilen von jüngeren Gebilden bedeckt, bei *Oschatz, Wurzen, Grimma, Frohburg, Altenburg, Rochlitz, Colditz, Leifsnig* und *Mügeln.* Aehnlich auch zwischen

Halle und *Lobejün*, bei *Landsberg* und *Bitterfeld*; bei *Magdeburg*, *Altenhausen* und *Klinze*. In und an der Grauwacke des *Harzes*: am *Auerberg* bei *Stollberg*, bei *Neustadt* und *Ilefeld* (hier mit Rothliegendem in naher Beziehung) und bei *Lauterberg*. Am *Thüringer Walde*, von *Masserberg* bei *Eisfeld* bis gegen *Eisenach* hin, die Hauptmasse des Gebirgsrückens bildend, nur hier und da von Graniten, Grünsteinen, Melaphyr und Rothliegendem unterbrochen, welches letztere übrigens zugleich mit dem Zechsteine und den Gliedern der Triasgruppe an den Gebirgsrändern stark aufgerichtet ist. Im *Nahethale* bei *Kreuznach*, am *Donnersberge* bei *Alzay*. Am *Wachenberg* bei *Weinheim*; zwischen *Dossenheim*, *Schriesheim* und *Heiligkreuz-Steinach* bei *Heidelberg*. Im *Schwarzwalde* bei *Baden-Baden*, *Hohen Geroldseck*, *Triberg* u. s. w. In der Grauwacke *Böhmens* endlich bei *Beraun*.

Die *Rhätischen Alpen* enthalten ein sehr ausgedehntes Porphyrgebiet bei *Potzen*.

Beispiel. Im *Tharander Walde* bildet Felsitporphyr eine hier und da von Quadersandstein bedeckte, rundliche stockförmige Masse von mehr als einer Meile im Durchmesser; von ihr laufen einige mächtige Gänge in mehr tangentialer als radialer Richtung aus, welche die tiefsten Thaleinschnitte geradlinig quer durchschneiden. Die Hauptmasse liegt zwischen Gneifs und Thonschiefer, die Gänge verzweigen sich somit theils in diesen, theils in jenen. Einer dieser Gänge, welcher auf der Gränze zwischen Gneifs- und Thonschiefer die Thäler *Tharands* durchsetzt, trägt viel zu der romantischen Natur des Ortes bei und zeichnet sich sowohl durch Ausdehnung und Mächtigkeit, als besonders auch durch die Deutlichkeit seiner Lagerungs- und Begränzungsverhältnisse vor den übrigen aus. Seine Gränzen sind häufig durch Reibungsconglomerate bezeichnet; einzelne mit hellen Contactrinden umgebene Gneifs- und Thonschieferbruchstücke finden sich bis weit in das Innere des Gebietes hinein. Es ist ein sehr normaler Quarzporphyr, der abwechselnd alle drei Verwitterungsvarietäten — Hornstein-, Felsit- und Thonsteinporphyr — liefert. Zuweilen

wird die Grundmasse ganz vorherrschend, die Quarz- und Feldspathkrystalle verschwinden fast, und gelbe, rothe und braune Streifen durchziehen das Gestein (*Glafsbruch*). An den malerischen Felsen des *Zeisigsteines* in *Tharand* ist dieser Porphyr säulenförmig abgesondert, schöner noch in einem Steinbruche am *Esberge*. Aufserdem ist er stark und scharfkantig zerklüftet, die Kluftflächen sind hier und da mit sehr zierlichen Mangandendriten bedeckt (Steinbruch bei *Naundorf*).

Die gangförmige Natur des Porphyrs ist noch auffallender in der Gegend zwischen *Freiberg* und *Frauenstein* entwickelt; meilenlange Felsit- und Syenitporphyrgänge durchschneiden dort den Gneifs und werden dagegen von den Erzgängen stets durchsetzt. Ihre Lagerungsverhältnisse sind durch viele Umstände, besonders durch den Bergbau, aufserordentlich deutlich aufgeschlossen und durch v. Beust trefflich beschrieben.

Pechsteinporphyr und Pechstein.

Diese Gesteine gehören zu den nur sparsam und sehr vereinzelt an die Erdoberfläche hervortretenden. Gewöhnlich finden sie sich mit anderen Porphyrgesteinen zusammen, die sie gang- oder stockförmig durchsetzen. In *Deutschland* dürften sie auf *Sachsen* beschränkt sein, wo sie sich mehrfach zwischen *Meifsen*, *Freiberg* und *Tharand*, bei *Zwickau*, und sehr vereinzelt bei *Korbitzsch* unweit *Leifsnig* finden. Aufserhalb *Deutschland* sind die Pechsteine *Ungarns* und der Insel *Arran* die bekanntesten; erstere sind mit Perlstein verbunden, der in *Deutschland* fehlt.

Etwas sehr Auffallendes ist die mehrfach wiederholte Erscheinung der Porphyr- und Felsitkugeln im Pechsteinporphyr sowohl, als im Pechstein selbst, welche bei oft völlig kugelförmiger Abrundung einen Durchmesser von $\frac{1}{4}''$ bis 10′ erreichen; das Innere derselben enthält zuweilen Chalcedon- und Quarzdrusen. Die Natur ihres Gesteines scheint anzudeuten, dafs sie von benachbarten Porphyren losgerissen und in der Pechsteinmasse kugelförmig abge-

schmolzen sind. Der Pechstein von *Planitz* bei *Zwickau* enthält auch Bruchstücke von sogenannter mineralischer Holzkohle, welche er vielleicht bei Durchsetzung der dortigen Steinkohlenlager aufgenommen hat.

Pechsteinporphyr und Pechstein sind meist massig abgesondert und stark zerklüftet, ihre Einwirkung auf die Oberfläche ist bei der geringen Verbreitung kaum zu berücksichtigen. Der Pechstein des *Triebischthales* bei *Meifsen* bildet hervortretende Felspartieen im Felsitporphyr.

Melaphyr und Mandelstein.

(Augitporphyr, Porphyrit, Augitfels, Trapp z. Th., Wacke z. Th.)

Die theils mehr porphyr-, theils mehr mandelsteinartigen Melaphyrgesteine bilden nicht sowohl grofse Gebiete, als vielmehr kleinere stockförmige Massen und unregelmäfsige Gänge in den zuvor genannten Massen- und Schiefergesteinen, sowie in den Flötzgebirgen bis zur Juraformation aufwärts.

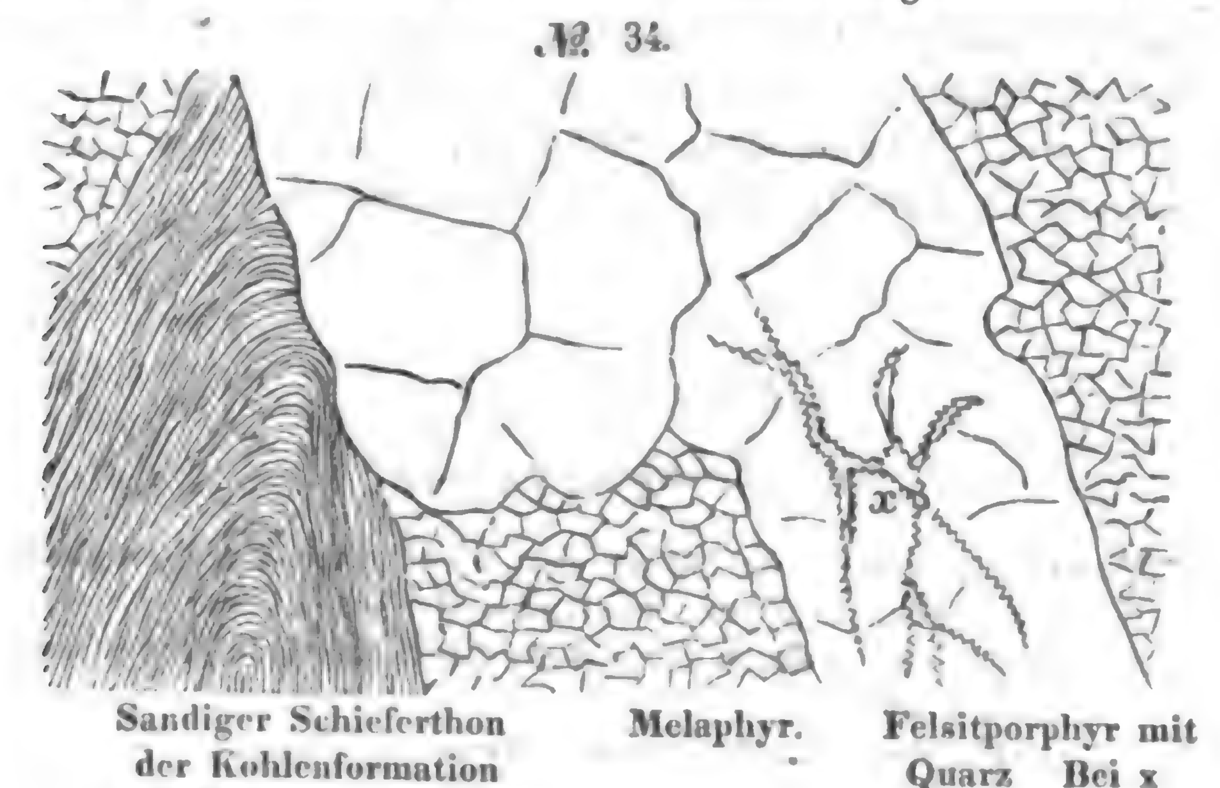
Die Zahl der Gesteinsvarietäten ist aufserordentlich grofs, dunkle Farbe, durch vorherrschenden Augitgehalt bedingt, ist jedoch den meisten derselben eigenthümlich; bald sind sie völlig dicht, bald krystallinisch körnig (Augitfels), bald porphyrartig durch Augit-, Glimmer- oder Feldspathkrystalle, bald mandelsteinartig oder blasig und schlackig. Ein negativer Charakter derselben besteht darin, dafs sie nie Quarz als Gemengtheil enthalten. Unbestimmt massige Absonderung, oft mit krummen Flächen, herrscht vor, doch finden sich die Gesteine auch knollig, kugel-, platten- und säulenförmig. Die Oberfläche ist gewöhnlich uneben und kuppig; der daraus entstandene Boden zeigt sich meist sehr fruchtbar.

Verbreitung in Deutschland. In der Kohlengruppe *Oberschlesiens: Finkenhübel* bei *Glatz, Jägerberg* bei *Neurode, Zuckerberg* und *Waldberge* bei *Gottesberg, Forstberg* bei *Landshut, Klein-Mühle* bei *Schatzlar*. Im Rothliegenden *Böhmens: Kozackowberg* bei *Eisenbrod*, Berge bei *Liebau*. In *Sachsen* im Kohlengebiete des *Plauen'*-

schen Grundes und mehrfach am Rande des Rothliegenden gegen den Thonschiefer bei *Zwickau* und von da über *Zschocken* nach *Pfaffenhain* zu. Am *Thüringer Walde* vielfach im Felsitporphyr. Am südlichen *Harz*rande besonders am *Netzberge* bei *Ilefeld*. Im nördlichen Theile des *Odenwaldes* mehrfach. Im Kohlengebiete am südlichen Fufse des *Hundsrück*, besonders im *Nahethal* z. B. bei *Oberstein*.

Beispiele. Am *Thüringer Walde*, wo Melaphyr, wie überhaupt häufig, nach L. v. Buch die geologisch wichtige Rolle des erhebenden Princips gespielt zu haben scheint, findet sich derselbe besonders am Fufse des Gebirges, den Felsitporphyr und die anderen Massengesteine durchsetzend. Bei *Zelle* ist unter anderen neben einer *Bretmühle* nachstehendes Verhältnifs deutlich aufgeschlossen:

№ 34.



Sandiger Schieferthon der Kohlenformation mit Süfswassermuscheln. Melaphyr. Felsitporphyr mit Quarz Bei x Quarzdrusen.

Der Melaphyr ist hier dicht und etwas porphyrartig, nach *Benshausen* zu wird er mandelsteinartig, auf der entgegengesetzten Seite des Gebirges z. B. bei *Friedrichsroda* unweit *Waltershausen*, zeigt er sich so blasig und schlackig, dafs man glauben könnte, künstliche Schlacken vor sich zu haben.

Bei *Ilefeld* enthält der Mandelstein des Netzberges aufserordentlich lehrreiche Mandeln, welche schon vor vie-

len Jahren den eifrigen Geognosten **Basius** zu einer recht instructiven Beschreibung veranlafst haben. Diese Mandeln sind in der Regel birn- oder beilförmig, ihre Spitze oder die scharfe Kante ist stets nach unten gekehrt, ihre Ausfüllung ist nach einem bestimmten Gesetze in concentrischen Lagen erfolgt.

Bei *Oberhohendorf* unweit *Zwickau* hat Mandelstein das Rothliegende auf's Innigste durchdrungen, indem er von einer mächtigeren Hauptmasse aus eine Menge unregelmäfsiger Verzweigungen zwischen den Schichten des Conglomerates bildet, die dadurch vielfach gebogen, übrigens aber nicht bedeutend afficirt sind.

Im *Plauen'schen Grunde* bei *Dresden* durchsetzen an der *Königsmühle* einige sehr schöne und deutlich aufgeschlossene Melaphyrgänge den Syenit, welcher in ihrer Nähe besonders viele Epidotklüfte enthält. In einem dieser Melaphyrgänge, welche sich gegenseitig verwerfen, sind sehr viele Syenitbrocken enthalten, so dafs das ganze Gestein als eine Reibungsbreccie anzusehen ist.

Literatur
zur Porphyrgruppe.

v. **Beust**, geognostische Skizze der wichtigsten Porphyrgebilde zwischen Freiberg, Tharand und Nossen. 1835.

Naumann, Erläuterungen zur geogn. Karte des Königr. Sachsen. H. 1. und 2.

Nöggerath, über die Bruchhäuser Steine, in **Karsten's** Archiv III. S. 548.

v. **Buch**, über den Thüringer Wald in v. Leonhard's Taschenbuch für Mineralogie 1824. 2. Abth.

B. **Cotta**, geognostische Wanderungen. H. 1, 1836.

Basaltgruppe.

(*Flötz-Trappgebirge*).

Uebersicht.

Basalt,
- dichter Basalt,
- porphyrartiger Basalt,
- Dolerit und Nephelindolerit,
- basaltischer Mandelstein,
- schlackiger Basalt,
- basaltische Wacke,
- Basaltconglomerat und Basalttuff.

Phonolith,
- dichter Phonolith,
- Porphyrschiefer,
- porphyrartiger Phonolith,
- zersetzter Phonolith,
- Phonolithconglomerat und Phonolithtuff.

Trachyt,
- Andesit,
- Domit,
- Alaunfels,
- Trachytconglomerat und Trachyttuff.

Die Gesteine der Basaltgruppe treten oft aus den Gebirgen heraus und bilden von den Gebirgsketten unabhängige Züge von zerstreut bergigem Lande, oder isolirte Kuppen und Kegelberge in den flachen Flötzgebirgsgegenden. Sie durchsetzen nicht nur alle zuvor genannte Massen- und Schiefergesteine, sondern auch die normalen Ablagerungen bis zur oberen Braunkohlenformation hinauf. Uebrigens sind sie in allen Welttheilen nachgewiesen und bilden durch *Deutschland* hindurch besonders eine auffallende basaltische Zone von Ost nach West, von den *Sudeten*, am südlichen und nördlichen Fufse des *Riesengebirges*, zu beiden Seiten neben der Gränze von *Sachsen* und *Böhmen* entlang, über die *Rhön*, durch *Kurhessen*, *Nassau*, das *Siegen'sche* und das *Siebengebirge* nach der *Eifel*. Innerhalb dieser Zone, welche von den eigentlichen Gebirgs-

zügen ziemlich unabhängig ist, nimmt der Phonolith vorzugsweise die mittlere Region ein, in welcher er sich gruppenweise vertheilt findet. Obwohl die Basaltkuppen ebenfalls in einzelnen Gegenden des mittleren Theiles der Zone vorzugsweise gedrängt stehen, so sind sie doch im Allgemeinen mehr über den ganzen oben bezeichneten Landstrich vertheilt. Die Trachyte gehören in demselben wesentlich dem Siebengebirge bei *Bonn* an. Südlich von der bezeichneten Zone treten Basaltgebilde in einzelnen Gegenden *Süd-Baierns*, *Würtembergs* und *Badens* auf, z. B. am *Kaiserstuhl* bei *Freiburg*.

Basalt.

Allgemeines. Für den Basalt ist die isolirte Kegelform der Berge ganz besonders charakteristisch, er bildet solche freistehende Kuppen von 5 bis über 1000′ Höhe und von 10′ bis zu vielen tausend Fufs Durchmesser. Nur selten sind mehre solche Kuppen zu einer Hauptmasse vereinigt (in *Böhmen*, in der *Röhn*). Er durchsetzt alle normalen Gesteine mit Ausnahme der Diluvial- und Alluvialgebilde, und alle abnormen mit Ausnahme der vulkanischen, theils stock-, theils gang- oder lagerförmig. Auch gegenseitig durchsetzen sich Basaltvarietäten, Phonolithe und Trachyte; doch dürften die letzteren im Allgemeinen häufiger den Basalt, als dieser sie durchsetzen, d. h. mit anderen Worten: der meiste Basalt ist älter, einiger jünger als Phonolith und Trachyt. Lavastromartige Ueberlagerungen der Basalte über andere Gesteine sind nicht häufig beobachtet worden; dagegen ist ein mehrfacher Wechsel von Basaltschichten mit normalen Gesteinen nicht allzu selten. An den Gränzen sind die Basaltmassen sehr häufig von sogenannten Tuffen, Reibungsconglomeraten oder Breccien umgeben; auch finden sich mit ihnen zusammen oft basaltische Conglomerate, welche nicht durch Reibung, sondern vielmehr durch Zerstückelung und theilweise erfolgte Auflösung und Fortschwemmung des an die Oberfläche getretenen Basaltes entstanden zu sein scheinen, da sie vorzugsweise aus

basaltischen Theilen, Basaltknollen, Geschieben u. s. w. bestehen und oft deutlich geschichtet sind. Wo der Basalt das durchsetzte Nebengestein berührt, oder Bruchstücke desselben einschliefst, da hat er sehr gewöhnlich mancherlei chemische und mechanische Einwirkungen auf dasselbe ausgeübt, welche ganz unzweideutig von einem grofsen Hitzgrade und von einer von unten nach oben bewegenden Kraft zeugen. Granit, Gneifs und Glimmerschiefer (besonders der Glimmer derselben) sind geröthet und angeschmolzen; Thonschiefer ist roth gebrannt, gehärtet, stänglich abgesondert; Sandstein ist säulenförmig abgesondert, geröthet oder entfärbt, verglast oder selbst verschlackt; Stein- und Braunkohlen sind stänglich abgesondert und verkoakst; Kalksteine sind theils ihrer Kohlensäure beraubt, theils aus dichtem oder erdigem Zustande in den körnig blätterigen übergegangen, so namentlich die Kreide; Schieferthone sind in Jaspis verwandelt; Bruchstücke unterer Schichten sind durch Basalt über das Niveau weit höher liegender erhoben; regelmäfsige Schichten aller Art sind durchdrungen, gestört und aufgerichtet, letzteres jedoch nicht in dem grofsartigen Mafsstabe, wie es in der Nähe der Granite und Porphyre der Fall ist, wo dagegen jene chemischen Einwirkungen weit mehr fehlen.

Die Absonderungsverhältnisse des Basaltes sind sehr manchfach und oft sehr zierlich. Die gewöhnlichste innere Form desselben ist die Säulenform; man findet Basaltsäulen von aufserordentlicher Länge und Schönheit, meist fünf- oder sechsseitig; einige sind gegliedert, andere zerfallen in concentrisch schalige Kugeln. Die Richtung der Säulen ist sehr verschieden; wo die Gränz- oder Abkühlungsflächen des Basaltes in der Nähe sind, da stehen sie in der Regel rechtwinkelig auf denselben; oft convergiren sie von allen Seiten nach den Gipfeln der Kegelberge zu, anderwärts laufen sie federartig gebogen von einem Hauptkiele aus, oder sind in einzelne verschieden gerichtete Gruppen vereinigt. Platten- und Kugelform findet ebenfalls bei'm Basalt nicht selten statt; die Platten liegen gewöhnlich den Gränzflächen parallel, und die Kugeln entsprechen oft den Gliedern von Säulen. Die kugelförmige Absonderung des

Basaltes geht sehr häufig in die knollige über, die säulenförmige in die stängliche, pfeilerförmige und unbestimmt massige.

Durch Hervortreten der einzelnen Gemengtheile entsteht aus Basalt Dolorit und Anamesit; diese beiden Varietäten sind zuweilen kleinkörnig abgesondert, was zum Theil als ein Resultat vorschreitender Verwitterung anzusehen ist. Deutliche Olivinkörner sind namentlich dem dichten Basalt fast überall beigemengt; durch Augit- oder Hornblendekrystalle nimmt er eine porphyrartige Textur an. Blasenräume, theils leer, theils mit Kalkspath oder zeolitischen Mineralien erfüllt, machen ihn porös, oder mandelsteinartig, und diese blasigen Basalte, sowie die Basaltconglomerate, die Basalttuffe und die basaltische Wacke, bilden häufig die äufseren Umgebungen dichter Kerne.

Die Klüfte der basaltischen Gesteine sind zuweilen mit Hyalit oder mit krystallisirtem Magneteisenerz bedeckt, und an den Gränzen gegen die durchsetzten Gesteine finden sich hier und da andere Eisenerze. Nur die letzteren haben zu einigem Bergbau Veranlassung gegeben; wohl aber wird der Basalt selbst zuweilen als Zuschlag bei'm Eisenschmelzen verwendet, und fast überall liefert er ein vortreffliches Strafsenbaumaterial.

Der durch Verwitterung der Basaltgesteine entstandene Boden ist sehr fruchtbar, und man wird auf Basaltbergen in der Regel nicht nur eine üppigere, sondern vorzüglich auch eine weit manchfaltigere Vegetation vorfinden als auf den nicht basaltischen Umgebungen, mögen diese bestehen, woraus sie wollen.

Verbreitung in Deutschland. Von den zahlreichen Basaltbergen und zusammenhängenden Basaltgebieten *Deutschlands* können hier nur einige besonders wichtige genannt werden.

A. In der Zone zwischen den *Sudeten* und der *Eifel*, von Ost nach West.

In *Schlesien:* Kl. *Horkaberg* bei *Troppau*, *Köhlerberg* bei *Freudenthal*, mehre Kuppen bei *Goldberg*, *Grö-*

ditzberg, Spitzberg bei *Lahn, Buchberg* am *Iserkamm.* In der *Lausitz: Landeskrone* bei *Görlitz, Löbauer Stadtberg* (Nephelindolerit), *Hutberg* bei *Herrnhut.* In *Böhmen: Trosky* bei *Ravensko, Muskey*- und *Bababerg* bei *Münchengrätz, Rollberg* bei *Niemes, Buchberge* bei *Hünerwasser, St. Georgenberg* bei *Raudnitz, Spitzberg* und *Neulander Gebirge* bei *Böhmisch Leipa, Schwoiker Gebirge* bei *Hayda*, viele Berge bei *Rumburg, Kreybitz* und *Kamnitz, Rosenberg* und *Pfaffenberg* bei *Tetschen*, fast alle Berge zwischen *Haida, Böhmisch Kamnitz, Schandau, Wernstadtel, Bensen, Tetschen, Aufsig* und *Leitmeritz*, der gröfste Theil des *böhmischen Mittelgebirges* und viele Berge von da nach dem *Fichtelgebirge* zu.

Im *Meifsener Kreise* und *Erzgebirge:* der *grofse* und *kleine Winterberg*, der *Stolpener Schlofsberg*, der *Cottaer Spitzberg, Sattelberg, Geising* bei *Altenberg, Landberg* und *Ascherhübel* bei *Tharand, Böhlberg, Bärenstein* und *Scheibenberg* bei *Annaberg*. Am Fufse des *Thüringer Waldes:* die *Stoppelskuppe*, die *Pflasterkaute*, der *Dollmar*. Ein grofser Theil der *Röhn*. In *Hessen* die *blaue Kuppe* und der *Alpstein* bei *Eschwege*, der *Meifsner*, der *Habichtswald* bei *Cassel* und die meisten Berge des *Vogelgebirges*. Im *Rheinischen* Grauwackengebirge viele Kuppen zwischen *Taunus* und *Westerwald*, im *Siebengebirge* bei *Unkel*, am *Laager See* und in der *Eifel*.

B. Im südlichen *Deutschland: Wilhelmsbad* und *Steinheim* bei *Hanau* (Dolerit mit Halbopal auf den Klüften), *Atzberg* bei *Rheinheim, Katzenbuckel* im *Odenwalde* (Dolerit mit Nephelin), *Weilerberg* bei *Sinsheim* (Dolerit), *Deidesheimer* Berg, *Kaiserstuhl* im *Breisgau* (theils Basalt, theils Dolerit und Phonolith), einzelne Kuppen in *Würtemberg* und bei *Nördlingen* in *Baiern*.

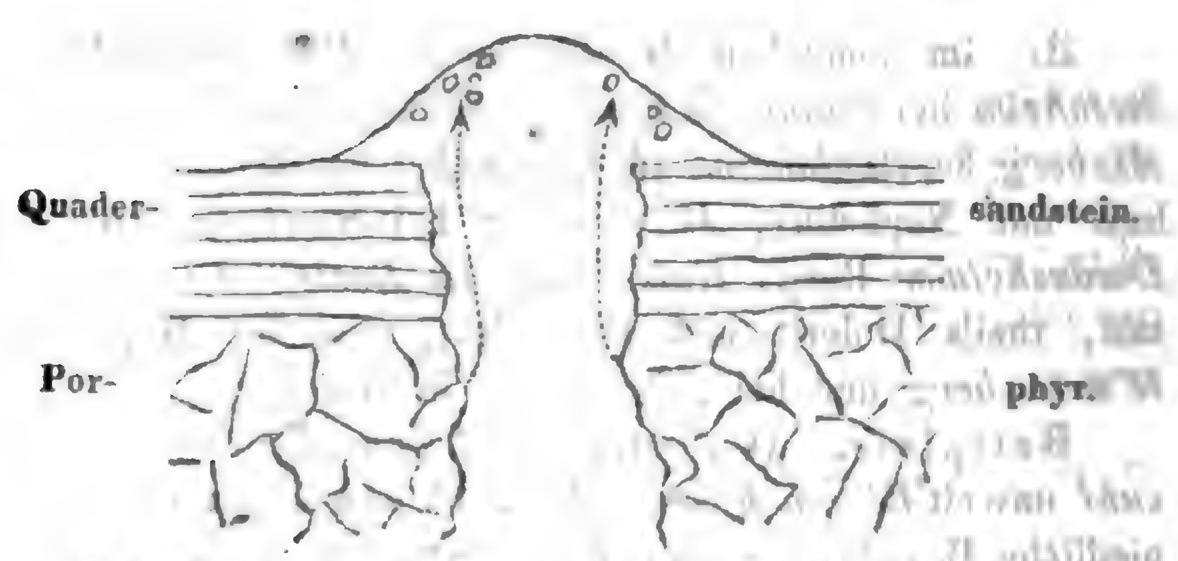
Beispiele. Wo jetzt die *Pflasterkaute* bei *Marksuhl* unweit *Eisenach* liegt, da erhob sich früher eine kleine niedliche Basaltkuppe über dem bunten Sandsteine. Nachdem man die ganze Kuppe weggebrochen und zum Strafsenbau verbraucht hatte, hörte der Basalt noch nicht auf, man

verfolgte die runde, in Beziehung zur früheren Kuppe stielartige Masse tief in den bunten Sandstein hinein, und schon vor mehren Jahren sah man in diesen nach unten fortgeführten Basaltbruche, dessen Wände aus von einigen schwächeren Basaltgängen durchsetztem, gebleichtem bunten Sandsteine bestehen, 140′ tief hinab. Der etwas doleritische Basalt enthält in der Nähe seiner Gränzen viele mit zeolithischen Mineralien erfüllte Blasenräume und stark veränderte, zum Theil halb verglaste Bruchstücke des Sandsteins, die Klüfte seiner knolligen Absonderung sind mit einem feinen Anfluge von Magneteisenerz bedeckt. Das stockförmige in die Tiefe Niedersetzen der basaltischen Massen kann nirgends deutlicher aufgeschlossen sein als hier.

Der *Ascherhübel* bei *Spechtshausen* unweit *Tharand* ist eine kleine Basaltkuppe, welche sich auf einem Quadersandsteinhügel erhebt; der etwa 50 bis 100′ mächtige Sandstein lagert auf Porphyr, und von diesem letzteren enthält der Basalt der Kuppe, die ringsum durch Sandstein davon getrennt ist, deutliche Bruchstücke, welche er offenbar durch den Quadersandstein hindurch geführt hat, wie diefs der nachstehende Holzschnitt darstellt.

№ 35.

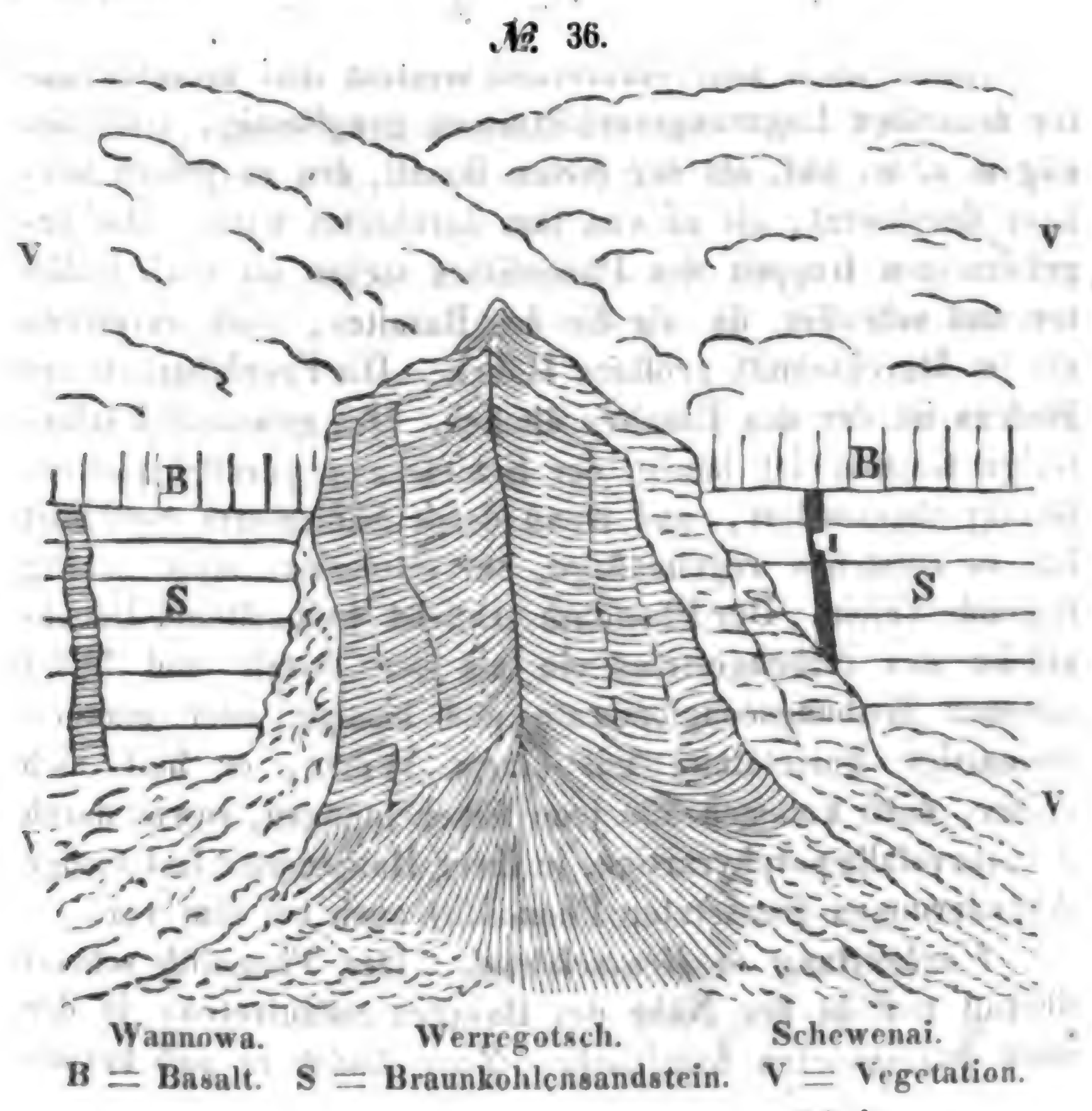
Basalt mit Porphyrstücken.



Diefs läfst auf die Gestalt des Basaltes und auf den von ihm im weichen Zustande zurückgelegten Weg schliefsen.

Etwas oberhalb *Aufsig* in *Böhmen* bestehen die steilen Gehänge des *Elbthales* am Fufse aus horizontal geschichtetem Braunkohlensandstein, darüber aber aus zusammenhängenden mächtigen Basaltmassen. Einzelne mehr oder minder mächtige Basaltgänge durchsetzen jedoch den Sandstein in seiner ganzen Mächtigkeit und verbinden somit die basaltische Decke desselben mit ungemessenen Tiefen. Drei der schönsten dieser Gänge finden sich bei'm Dorfe *Wannowa*, wovon der mächtigste den merkwürdigen *Werregotsch*-Felsen bildet, welcher sich schroff vom Elbspiegel erhebt und an seiner gegen den Flufs gekehrten Fronte eine aufserordentlich schöne säulenförmige Absonderung zeigt. Die Säulen laufen nämlich von einem senkrechten Mittelkiele in leichten Schwingungen nach den Seiten des Felsens hin, welche als die Salbänder des Ganges anzusehen sind.

№ 36.



Wannowa. Werregotsch. Schewenai.
B = Basalt. S = Braunkohlensandstein. V = Vegetation.

Ein zweiter minder mächtiger und minder interessanter Gang setzt etwas südlich von diesem nach *Wannowa* zu in Sandstein auf. Lehrreicher ist der dritte, nördlich in der *Schewenai*-Schlucht deutlich entblöfste. Nur 9 bis 10′ mächtig, durchsetzt er die horizontalen Sandsteinschichten senkrecht, besteht in der Mitte aus horizontalen säulenartigen Zerklüftungsstücken, an den Salbändern aber aus verwittertem Basalt mit einer wenige Zoll dicken bolusartigen äufsersten Einfassung. Von dem im Ganzen etwa 14″ mächtigen Salbande der einen Seite befindet sich nun aber ein kurzes Stück, vom Hauptgange getrennt, ganz isolirt im Sandsteine. Dieses sonderbare Verhältnifs ist zuerst von C. Naumann beschrieben worden.

Phonolith.

(Klingstein, Porphyrschiefer.)

Dieses nicht sehr verbreitete Gestein tritt ziemlich unter denselben Lagerungsverhältnissen gangförmig, stockförmig u. s. w. auf, als der dichte Basalt, den es jedoch häufiger durchsetzt, als es von ihm durchsetzt wird. Die kegelförmigen Kuppen des Phonolithes stehen oft noch isolirter und schroffer da als die des Basaltes, auch erreichen sie im Durchschnitt gröfsere Höhen. Die Fruchtbarkeit des Bodens ist der des Basaltes ähnlich. Das gewöhnlich schieferige Gestein ist häufig der Schieferung parallel plattenförmig abgesondert, und wenn damit Säulenform combinirt ist, so entstehen regelmäfsige, zur Säulenaxe meist schräg liegende Tafeln. Der Phonolith schliefst weit seltener Bruchstücke des Nebengesteins ein als der Basalt und bildet seltener Reibungsconglomerate und blasige oder mandelsteinartige Varietäten; mit einem Worte, er hält sich reiner, doch kommen alle jene Erscheinungen, sowie durch Augitkrystalle porphyrartige, in ihrer Hauptmasse fast erdige Abänderungen (zersetzter Phonolith) auch bei ihm vor.

Verbreitung in Deutschland. Der Phonolith scheint überall nur in der Nähe des Basaltes aufzutreten; in der oben bezeichneten basaltischen Zone findet er sich beson-

ders in den mittleren Regionen und zwar in geselligen Gruppen einzelner Kuppen, z. B. in der *Lausitz* am *Cottmar* und *Oderwitzer Spitzberge*, in *Böhmen* am *Hochwalde*, an der *Lausche*, am *Tannenberge*, *Kleifs*, *Pösigberge*, *Geltsch*, *Schreckensteine*, *Mileschauer* (oder *Donnersberge*) *Schlofsberge* bei *Teplitz*, *Biliner Steine*, an der *Engelsburg* bei *Carlsbad* u. s. w. In der *Röhn*: *Milzeburg*, *Stellberg*, *Teufelstein*, *Steinwand*, *Ebersberg*, *Pferdekuppe* u. s. w. Einige kleine Kuppen bei *Rieden* unweit *Andernach* und im *Kaiserstuhlgebirge* bei *Freiburg*.

Trachyt.

Gleich dem Phonolith ein nicht häufiges Gestein, welches jedoch gewöhnlicher zusammenhängende Gebiete bildet als Phonolith. Aus diesem Grunde sind die Lagerungsverhältnisse weniger deutlich; es scheint jedoch, dafs Basalte und Trachyte sich gegenseitig in derselben Art durchsetzen wie Basalte und Phonolithe, während dagegen die in einander übergehenden Trachyte und Phonolithe mehr nur als Varietäten derselben Masse anzusehen sein dürften, in der Weise, dafs die gröfseren Massen mehr trachytischer, die kleineren mehr phonolithischer Natur sind. Dabei herrscht, durch Oertlichkeit bedingt, in einer Gegend überhaupt der phonolithische, in einer anderen mehr der trachytische Charakter vor, ohne dann für die einzelnen Massen genau von der Ausdehnung abhängig zu sein. Mit diesen im Allgemeinen verschiedenartigen räumlichen Verhältnissen dürfte auch die andere Natur der trachytischen Absonderungen in einigem Zusammenhange stehen, welche in der Regel gröfsere und rohere Formen, unbestimmte Massen, Pfeiler und als einzelnen Fall die Umläufer am *Stenzelberge* liefert. Die sogenannten Trachytconglomerate sind wahrscheinlich gröfstentheils nicht als Reibungsconglomerate, sondern als zusammengeschwemmte anzusehen. Andesit, Domit und Alaunfels sind in *Deutschland* nicht heimisch oder wenigstens höchst unbeträchtlich.

Trachyt bildet glocken- und kegelförmige Berge, oft

mit felsiger Oberfläche. Der aus seiner Verwitterung entstehende Boden ist im Allgemeinen fruchtbar.

Verbreitung in Deutschland. Im *Siebengebirge* bei *Bonn*, namentlich am *Drachenfels*, *Stenzelberge* und an der *Wolkenburg;* Trachytconglomerate sind sowohl hier als in der Umgegend des *Laager Sees* bei *Andernach* in ziemlicher Menge vorhanden. In der *Röhn* zeigt sich etwas Trachyt am Südabhange des *Pferdekopfes* als Varietät des Phonolithes, und ähnlich findet er sich mehrfach auch in *Böhmen* und am *Kaiserstuhl* bei *Freiburg*. Aufserhalb *Deutschland* ist die Verbreitung des Trachytes und Domites in *Ungarn* und im südlichen *Frankreich*, sowie die des Andesites in den *Anden Amerika's* sehr grofs.

Literatur
zur Basaltgruppe.

Was bis zum Jahre 1832 über Basalte u. dergl. geschrieben worden ist, hat v. Leonhard in dem schönen Werke über Basaltgebilde zusammengefafst. Ueber spätere Beobachtungen vergleiche man z. B.:

Naumann und Cotta, Erläuterungen zur geognostischen Karte von Sachsen. H. 3. 1839. und H. 4. 1840.

Vulkanische Gruppe.

Uebersicht.

Lava,

basaltische Lava,
doleritische Lava,
trachytische Lava,
porphyrartige Lava,
Leuzitlava,
schlackige Lava.

Auswürflinge,

Bomben,
Schlacken-, Obsidian- und Bimssteinstücke,
Lapilli,
vulkanische Asche.

Schlammige Producte,

Trafs, Pausilipptuff, vulkanischer Tuff, Peperin.
Moja, schlammige Auswürfe.

Die vulkanischen Gebilde, welche über die ganze Erdoberfläche zerstreut sind, zerfallen wieder in die der noch jetzt thätigen und in die der erloschenen Vulkane. Nur die letzteren, welche zugleich als die älteren angesehen werden können, kommen in *Deutschland* vor und stehen da in naher Beziehung zu den Basaltbergen, gegen welche eine völlig scharfe Trennung kaum ausführbar ist. Die deutschen erloschenen Vulkane sind Basaltberge mit Kratern und Lavaströmen, deren Hauptmasse porös und von ausgeworfenen Schlacken und dergl. umgeben ist. Die *Eifel* ist reich daran. Wir können nur die Krater, Lavaströme und Auswürflinge als unterscheidende Kriterien für die Trennung der erloschenen Vulkane von den Basaltbergen gelten lassen, denn die Sonderung nach einer bestimmten Zeitepoche ist unausführbar, weil gar zu oft sowohl die historischen Nachrichten, als auch die geognostischen Gründe zu so genauer Altersbestimmung fehlen würden. Wir beziehen demnach die Unterscheidung von plutonischer und vulkanischer Thätigkeit nicht sowohl, wie es häufig geschehen ist, auf die Epoche vor oder nach Erschaffung des Menschengeschlechtes, mit der

sie allerdings ungefähr zusammenfallen wird, sondern vielmehr auf die Verschiedenartigkeit ihrer Producte.

Basaltberge ohne Krater, ohne Lavaströme und Auswürflinge lassen offenbar eine andere Art der Thätigkeit des Erdinneren bei ihrer Entstehung voraussetzen als die erloschenen und thätigen Vulkane, welche durch solche Erscheinungen charakterisirt sind. Die Vulkane sind in der Regel kegelförmige Berge mit einem oder mehren Kratern auf ihrer Höhe. Der Kern des Kegels besteht meist aus Lavagesteinen, Schlacken oder Trachytmasse, über ihn hinweg, und von seinem Fuſse aus erstrecken sich die Lavaströme, welche seltener dem Krater als am Abhange des Berges aufreiſsenden Spalten entströmen. Der Kegel und seine Umgebungen sind gewöhnlich mit Auswürflingen, Lapilli und vulkanischer Asche bedeckt, und hier und da sind durch Wasserfluthen oder in selteneren Fällen — bei den sogenannten Schlammvulkanen — sogar durch schlammige Auswürfe aus dem Inneren des Berges jene Tuffgesteine hervorgegangen, welche wegen ihrer eigenthümlichen Natur und ihres Vorkommens mit zu den vulkanischen gerechnet werden, obwohl sie, zuletzt wenigstens, aus Wasser abgesetzt sind.

Noch sind die Klüfte der vulkanischen Gesteine häufig mit Sublimationen von Eisenglanz, Schwefel und allerhand Salzen bedeckt, welche bei den Eruptionen gasförmig darin aufsteigen.

Lava.

Dieses häufiger poröse als dichte Gestein bildet nicht nur Lavaströme an der Oberfläche der Berge, sondern es bestehen auch ganze Berge aus ihm, und es durchsetzt sich gegenseitig, sowie andere Gesteine sehr häufig gangförmig. Natur und Absonderung des Gesteins sind sehr verschieden, je nach der Oertlichkeit und je nachdem die Abkühlung schnell oder langsam erfolgt ist. In Lavaströmen sind in der Regel die am schnellsten erkalteten unteren und oberen Theile am porösesten und schlackigsten, die mittleren Regionen dagegen mehr dicht und gegen die beiden groſsen

Oberflächen rechtwinkelig säulenförmig abgesondert. Die eigentliche Oberfläche der Ströme ist meist von Spalten zerrissen und mit abgetrennten Schollen und Schlackenstücken bedeckt, zuweilen aber auch nach der Längsrichtung strickartig gewunden. Auch die Lavagänge sind in der Regel rechtwinkelig gegen ihre Salbänder abgesondert. Basaltische, doleritische und trachytische Laven, dicht, porphyrartig oder schlackig, sind die am häufigsten vorkommenden. Leuzitlava (Leuzitfels) ist in *Deutschland* nur bei *Rieden* am *Laager See* bekannt.

Der durch Verwitterung der Lavagesteine entstehende Boden ist meist vortrefflich, die Verwitterung aber erfolgt z. Th. so schwer, dafs einzelne Lavaströme viele Jahrhunderte lang nackt und von aller Vegetation entblöfst bleiben.

Auswürflinge.

Lose Schlackenstücke, Bimssteinbrocken, Obsidianknollen, Schlackenkugeln — sogenannte Bomben, hohl, mit einem fremdartigen, von Schlacke umhüllten oder einem festen Lavakerne, theils ganz rund, theils mehr birnförmig — kleinere Schlackentheile (sogenannte Lapilli), endlich vulkanischer Sand und Asche bedecken sehr gewöhnlich die Oberfläche der Vulkane wie ihrer Umgebungen und liefern einen sehr verschiedenartigen Boden, je nachdem gröbere oder feinere Theile vorherrschen. Die sogenannte vulkanische Asche ist der Vegetation so günstig, dafs die durch ihren Niederfall bewirkte Zerstörung der vorhandenen Vegetation oft schon in den nächsten Jahren durch die grofse Fruchtbarkeit des Bodens wieder ersetzt wird. Die

schlammigen Producte,

Trafs, Tuff, Peperin, Moja u. dergl., welche keinesweges bei allen Vulkanen vorkommen, deren Auftreten vielmehr von besonderen Umständen abhängig ist, füllen gewöhnlich den Vulkanen benachbarte Thäler aus, oder verbreiten sich auch wohl mehr zusammenhängend am Fufse

der Berge. Der zur Bereitung von Wassermörtel vielfach gewonnene und weit verfahrene Trafs des *Brohlthales* bei *Andernach* enthält in seiner rauhen erdigen Masse Basalt und Bimssteinstücke und viele ganz verkohlte Baumstämme.

Vorkommen der Vulkane in Deutschland.

Deutschland enthält nur einige erloschene Vulkane, und zwar zunächst eine sehr ausgezeichnete Gruppe in der *Eifel* und am *Laager See* den *Mosenberg, Gerolsteiner Vulkan, Bertricher Vulkan, Uedersdorfer Vulkan, Gillenfelder-, Weinfelder-, Meerfelder-, Gemünder-Maar, Pulvermaar, Dreiser Weiher*, die Vulkane bei *Mayen, Rieden, Cruft* und *Nickenich* unweit *Andernach*, am *Laager See* und am *Bausenberge*, welche zum Theil aufserordentlich schöne vulkanische Hügel mit sehr deutlichen kleinen Kratern und einzelnen Lavaströmen, zum Theil nur kraterförmige, von Auswürflingen umgebene Kessel (Maare) im Grauwackengebirge sind. Bei vielen derselben, besonders in den Umgebungen des *Laager See's*, kommen aufser sehr manchfachen Auswürflingen auch Trafs- und vulkanische Tuff-Ablagerungen vor. Sehr berühmt ist die *Niedermendiger* Mühlsteinlava mit ihren Hauin-Einschlüssen in dem festen, aber ganz porösen Gesteine. Aufserdem enthält die *Röhn* einen Krater, sowie einige Tuff- und basaltische Lavaströme, und *Böhmen* am *Kammerbühl* und *Wolfsberge* bei *Eger* deutliche Auswürflinge, besonders schöne Bomben.

Beispiele. Einer der schönsten Vulkane der *Eifel* ist der *Mosenberg* bei *Meerfeld*. Dieser Schlackenhügel erhebt sich steil, aber nicht bedeutend über die aus Grauwacke bestehende Anhöhe, auf welcher er liegt, enthält aber, auf den engen Raum zusammengedrängt, drei kleine deutliche Krater, von denen der mittlere, jetzt bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser erfüllt, aufserordentlich wohlerhalten, rund und von schroffen Schlackenwänden umgeben ist. Der südliche ist auf der Südseite durchbrochen, und von ihm aus erstreckt sich ein schmaler, mit Felsblöcken bedeckter, basaltischer Lavastrom bis in das eine Viertel-

stunde entfernte Flufsthal. Etwas nordwestlich vom *Mosenberge* senkt sich das *Meerfelder Maar* in den Grauwackenschiefer ein, welcher, wie alle diese hier Maare genannten Kesselthäler, zu den sonderbarsten Eigenthümlichkeiten der *Eifel* gehört. Es sind diefs offenbar Producte vulkanischer Eruptionen, obwohl sie gewöhnlich keine Hügel bilden und keine anstehenden vulkanischen Gesteinsmassen oder Lavaströme enthalten, sondern nur von allerhand Auswürflingen umgeben sind. Das *Meerfelder Maar* ist eins der gröfsten in der *Eifel*, kreisrund, geräumig genug, um eine Stadt von einigen Tausend Einwohnern enthalten zu können, mehre hundert Fufs tief von steilen zusammenhängenden Grauwackenhöhen umgeben, deren Schichten in dem einzigen Wasserausgange desselben sich stark aufgerichtet zeigen. Der Boden der meisten Maare ist ganz mit Wasser bedeckt, hier besteht er über $\frac{2}{3}$ aus ebener Wiese. Auch der ungleich gröfsere *Laager See* ist einigermafsen zu den Maaren zu rechnen.

Der *Kammerbühl* bei *Eger* liefert uns ein Beispiel vulkanischer Thätigkeit, welche unter Wasser stattgefunden zu haben scheint. Hier ist kein Krater und kein Lavastrom zu sehen, aber schlackige Auswürflinge in Menge sind in fast horizontalen Schichten über einander gehäuft und bilden den kleinen Hügel, indem sie von der, durch Grubenbaue auf Veranstaltung des Grafen Kaspar Sternberg aufgeschlossenen Eruptionsstelle am westlichen Fufse des Berges sich ausbreiten. Die Auswürflinge bestehen theils aus basaltischen Schlackenstücken, theils aus sehr schönen Bomben mit Quarz- oder Glimmerschieferbruchstücken im Inneren, und sie enthalten auch aufserdem viele zum Theil gänzlich verglaste Bruchstücke des Nebengesteins. Ihre Uebereinanderlagerung in deutlichen Schichten wurde von meinem Vater in einem besonderen Schriftchen über den Kammerbühl dadurch erklärt, dafs das nach Ost abfliefsende Wasser, unter dessen Oberfläche der Ausbruch erfolgte, die schnell erkalteten und dadurch in viele Stücke zersprungenen Schlacken eine Strecke mit sich fortrifs, dann aber ablagerte.

Thätige Vulkane sind in *Deutschland* bekanntlich nicht vorhanden, von ihren Wirkungen und den Erscheinungen an denselben zu sprechen, werden wir in dem geologischen Abschnitte Gelegenheit finden.

Literatur
zur vulkanischen Gruppe.

L. v. Buch, physikalische Beschreibung der canarischen Inseln. 1825.

Fr. Hoffmann, Geschichte der Geognosie und Schilderung der vulkanischen Erscheinungen. 1838.

Fr. Hoffmann, geognostische Beobachtungen, gesammelt auf einer Reise durch Italien und Sicilien. 1839.

Dufrénoy et Elie de Beaumont, Recherches sur les terrains volcaniques de deux Siciles, comparés à ceux de la France central.

Ueber deutsche Vulkane:

Steiniger, die erloschenen Vulkane in der Eifel und am Niederrhein.

Stengel in Nöggerath's Rheinland Westphalen.

v. Leonhard, die Basaltgebilde.

Gruppe der Ganggesteine.

Dazu rechnen wir gewisse einfache Mineralien und zufällige Mineralgemenge, welche in besonders deutlicher Gangform auftreten, ihrer geringen Masse und Antheilnahme an dem Baue und der Oberflächengestalt der festen Erdkruste, sowie ihrer wenig gesetzmäfsigen Mengung und in mancher anderen Beziehung abweichenden Natur wegen aber nicht passend in die eigentliche Reihe der abnormen Massengesteine eingeordnet werden konnten. Das Alter derselben ist zwar sehr verschieden und reicht bis in die neuesten Zeiten, die meisten scheinen jedoch kaum jünger als die Zechsteinformation zu sein. Es sind namentlich folgende:

Kalk- und Dolomitgänge,
- Spatheisenstein.

Kieselgänge,
- Quarzfels,
- Quarzbrockenfels und Eisenkiesel,
- Hornstein und Chalcedon,
- Achat und Amethyst,
- Halbopal und Hyalit.

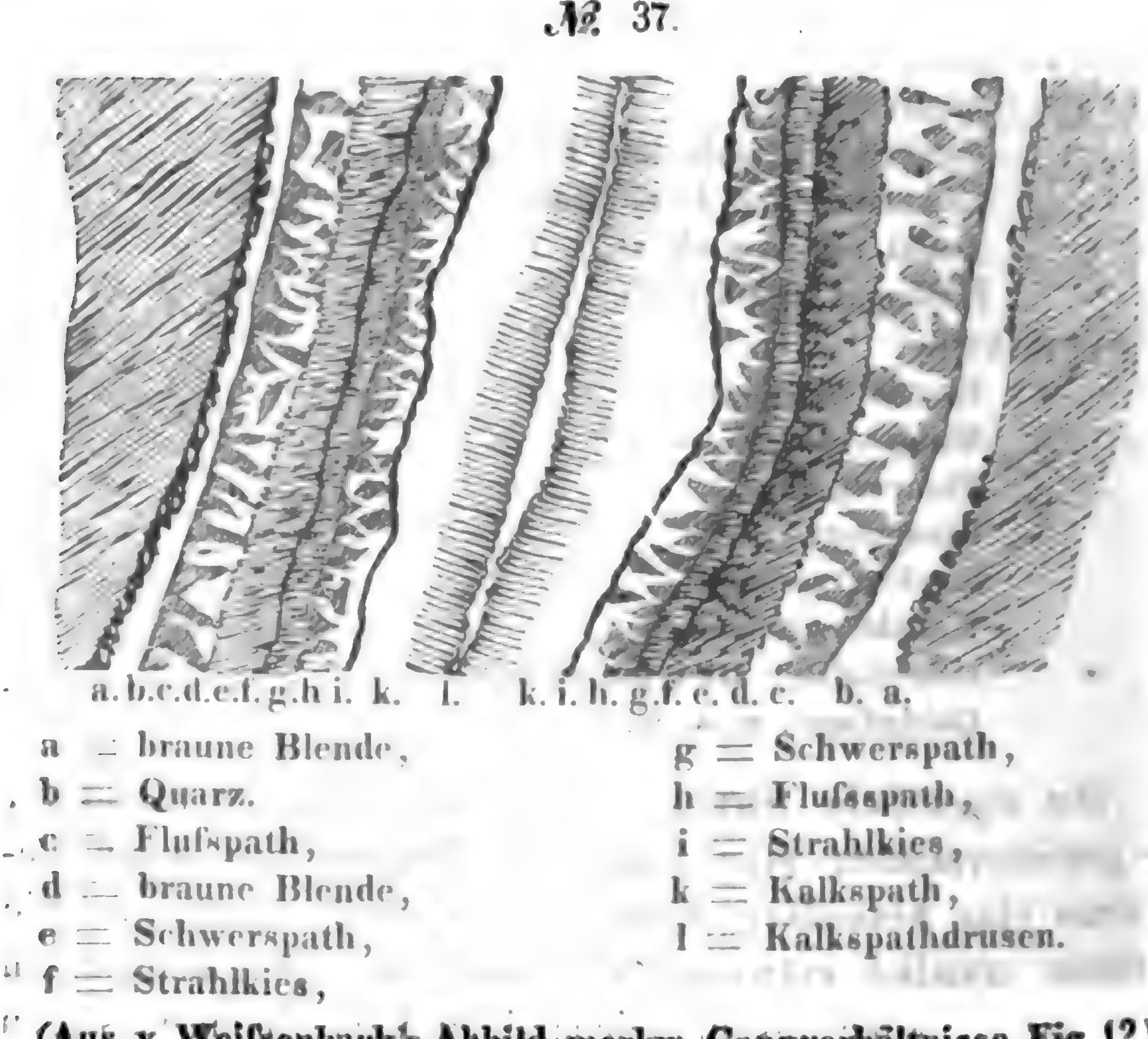
Erzgänge,
- Eisensteingänge,
- Mangangänge,
- Zinnerzgänge,
- Kiesgänge,
- Kupfererzgänge,
- Kobalterzgänge,
- silberhaltige Bleiglanzgänge,
- Goldgänge, u. s. w.

Die eigentliche Structur vieler dieser Gänge macht für sie gewissermafsen eine besondere Texturlehre, oder wenigstens eine besondere Anwendung derselben nöthig. Sie bestehen nämlich entweder aus einer überall gleichartigen Hauptmasse, oder aus ungleichartigen unbestimmt massigen Theilen, oder endlich aus einzelnen unter sich ungleichen Lagen, welche den Salbändern parallel über einander ge-

schichtet sind. Diese Lagenstructur geht entweder durch den ganzen Gang hindurch, oder es unterscheiden sich nur die den Salbändern zunächst liegenden sogenannten Bestege von der übrigen Hauptmasse. Zuweilen weicht auch die Zusammensetzung der unteren Gangtheile von der der oberen ab, oder es finden sogar in der Längsrichtung, oder je nach der Oertlichkeit durchsetzter Gebirgsarten Verschiedenheiten der Masse statt.

Eine der interessantesten Erscheinungen bei den Gängen ist die erwähnte, den Salbändern parallele lagenförmige Anordnung der Gemengtheile, wobei sich dann stets zu beiden Seiten (im Hangenden und Liegenden) correspondirende gleiche Glieder wiederholen, während die Mitte durch ein Schlufsglied oder durch einen drusigen Raum gebildet wird. Nachstehendes Beispiel eines *Freiberger* Erzganges wird diefs erläutern.

№ 37.



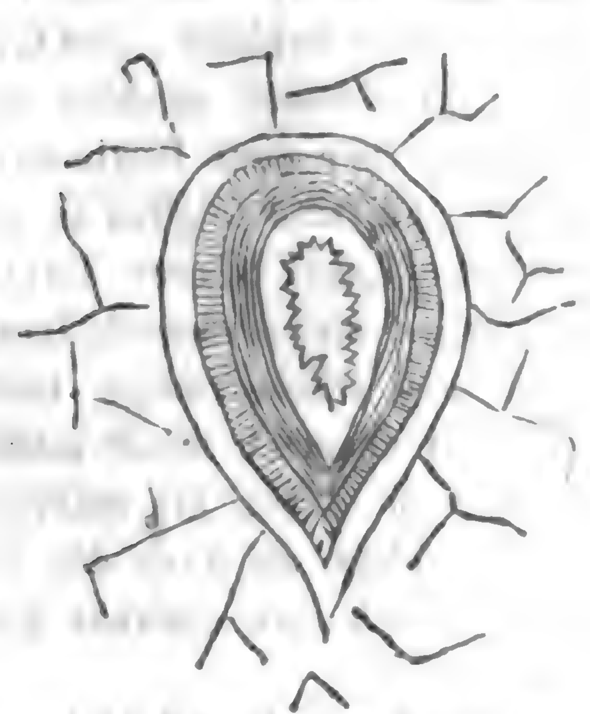
a = braune Blende,
b = Quarz.
c = Flufspath,
d = braune Blende,
e = Schwerspath,
f = Strahlkies,
g = Schwerspath,
h = Flufsspath,
i = Strahlkies,
k = Kalkspath,
l = Kalkspathdrusen.

(Aus v. Weifsenbach's Abbild. merkw. Gangverhältnisse Fig. 12)

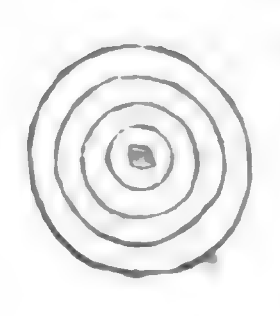
Bei einem Bandachatgange zählte ich schon über 150 solcher, sich genau entsprechenden Lagen.

Hierbei ist es offenbar, dafs die einzelnen Lagen oder Glieder als successive an das Hangende und Liegende der Gangspalte übereinander gelagerte Schichten angesehen werden müssen, während im Falle der gleichförmigen oder unbestimmt massigen Anordnung der Gemengtheile die Ausfüllung der Gangspalte als eine gleichzeitige anzusehen sein wird. Die Ablagerung jener Schichten mufs mit Aufhebung der Schwere nach ganz chemischen Gesetzen oft an senkrechten oder sogar überhangenden Wänden erfolgt sein, so wie sie in den Blasenräumen der Mandelsteine mit concentrischer Richtung nach innen in einem hohlen Raume, oder bei Bildung der Erbsensteine ebenfalls concentrisch, aber mit der Richtung nach aufsen um einen Kern herum geschehen ist.





Ausgefüllter Blasenraum des *Ilefelder* Mandelsteines.



Vergröfserter Theil eines durchgeschnittenen Erbsensteines.

Die Ablagerung von Kalksinter in Spalten und Höhlenräumen liefert noch gegenwärtig ein Beispiel solcher Bildung.

Die Ungleichheit des Gehaltes der Erzgänge in der Richtung ihrer Längen- und Höhenausdehnung ist durch andere Umstände als die Verschiedenheit der einzelnen Lagen bedingt, z. B. durch verschiedenartige Temperaturver-

hältnisse, ungleiche Weite der Spalten, oder ungleiche Attraction der Gesteine.

Häufig enthalten Gänge Bruchstücke oder sogar kugelförmig abgerundete Geschiebe ihres Nebengesteins oder auch durchsetzter älterer Gänge in ihrer Masse eingeschlossen. Die Durchsetzung älterer Gänge ist zuweilen in der Längsrichtung fast nach ihrer ganzen Ausdehnung erfolgt, indem die alte Spalte am Salbande oder in der Mitte des Ganges nach vollendeter Ausfüllung sich nochmals öffnete. Dadurch sind dann sehr complicirte Verhältnisse hervorgebracht worden.

Kalk- und Dolomitgänge.

Einige körnige Kalksteine und Dolomite treten in Gestalt mehr oder minder mächtiger Gänge in anderen abnormen Gesteinen, namentlich in der Schiefer- und Granitgruppe auf; sie sind dann nicht geschichtet, sondern massig abgesondert, enthalten Bruchstücke der ohne bestimmte Regel durchsetzten Nebengesteine und sind folglich in diesen Fällen weder als untergeordnete Lager dieser letzteren, noch als normale den Flötzgebirgen einzuordnende Gesteine anzusehen, sondern vielmehr als selbstständige Gebilde. Diese nämlichen Gesteine treten demnach unter mehrerlei Beziehungen auf, denn wir haben sie schon als untergeordnete Glieder sowohl der Flötzgebirge als auch der Schiefergesteine kennen gelernt, was durch ihre einfache Zusammensetzung erklärlich wird.

Diese Gesteine z. Th. als selbsständige Gebilde zu betrachten, ist erst durch die Beobachtungen der neuesten Zeit nöthig geworden; defshalb liegen gegenwärtig noch nicht allgemeine Resultate, sondern nur einzelne Thatsachen als Beispiele vor, von denen wir einige besonders wichtige hier näher in's Auge fassen wollen.

Der körnige Kalkstein von *Auerbach* an der *Bergstrafse* hat durch v. Leonhard's Untersuchungen zuerst Aufschlüsse über die wahre Natur der gangförmigen Kalksteine dargeboten; er durchsetzt mit 10 bis 30′ Mächtigkeit

den granitartigen Gneifs und den Syenit ziemlich senkrecht. Die Salbänder des Ganges zeichnen sich durch merkwürdige Contactverhältnisse aus; Bruchstücke des Nebengesteins sind vom Kalksteine umschlossen; die Gränzen selbst sind theils unverbunden und durch aufserordentlich schöne Rutschflächen bezeichnet, theils fest verwachsen. Im letzteren Falle enthält der Kalkstein gewöhnlich einen grofsen Reichthum verschiedenartiger Fossilien, z. B. Granat, Idokras, Pyroxen u. dergl., welche meist als Resultate der chemischen Verbindung von Kalkerde mit einigen Bestandtheilen des Nebengesteins anzusehen sein dürften.

Der körnige Kalkstein von *Miltitz* bei *Meifsen* bildet einen scharf begränzten, aber ganz lagerförmigen Gang im Hornblendeschiefer, von dem er einzelne stark veränderte Bruchstücke umschliefst und in den er Verzweigungen bildet. Auch hier sind nächst den mechanischen die chemischen Contacterscheinungen von Wichtigkeit für die Beurtheilung des Verhältnisses; der Hornblendeschiefer ist in der Nähe des Kalksteins zu einer Art von Hornfels erhärtet, der Kalkstein enthält an der Gränze Granaten und Turmaline.

Sehr aufschlufsreich und belehrend sind ferner die sehr oft lagerförmigen Kalksein- und Dolomitgänge im Glimmerschiefer der Gegend um *Schwarzenberg* in *Sachsen*. Sie stehen mit erzhaltigen Grünsteinen in vielfacher Wechselbeziehung, durchsetzen dieselben oder werden von ihnen durchsetzt und enthalten deutliche Bruchstücke ihres Nebengesteins.

Die mächtigen Spatheisensteingänge, welche hier und da, z. B. im *Siegen'schen* am *Stahlberge*, wichtigen Bergbau veranlafst haben, bilden als kohlensauere Verbindungen einen Uebergang von den Kalk- und Dolomitgängen zu den Erzgängen.

Schliefslich ist hier zu bemerken, dafs viele Gesteine, die bisher für körnigen Kalkstein gehalten wurden, chemischen Untersuchungen zufolge Talkerde in ziemlicher Menge enthalten und defshalb eigentlich Dolomit sind, dafs einige körnige Kalksteine und Dolomite wahrscheinlich durch Umwandlung aus dichtem entstanden sind, wenn dieser letztere

mit aufdringenden Massengesteinen in unmittelbare Berührung kam (*Kaiserstuhl* im *Breisgau*, *Gerolstein* in der *Eifel*, *Fassathal* in *Tyrol*, *Belfast* und *Glenarm* in *Irland*), in welchem Falle derselbe dann weder in diese, noch in die Schiefergruppe, sondern vielmehr zu den normalen Gesteinen zu rechnen sein wird, und dafs endlich gangförmige körnige Kalksteine und Dolomite noch nicht in der Kohlengruppe oder in jüngeren Schichten beobachtet worden sind.

Man vergleiche über die Kalk- und Dolomitgänge v. Leonhard's Jahrbuch f. M. 1834. S. 329. und
Naumann's Erläuterungen zur geogn. Karte von Sachsen. H. 2.

Kieselgänge.

Auch diese Gesteine bilden aufser den, anderen Gesteinen unterzuordnenden Lagermassen selbstständige, oft mächtige Gänge in der Grauwacken- und Schiefergruppe, in den Graniten, Grünsteinen und Porphyren. Ihre Structur ist theils massig, theils den Salbändern parallel lagerförmig, so dafs immer die äufseren Lagen einander entsprechen.

Es würde verhältnifsmäfsig zu weit führen, wenn die allgemeinen Charaktere und Verbreitungsverhältnisse der zu dieser Gruppe gehörigen Gesteine hier dargestellt werden sollten; einzelne Beispiele werden ausreichen, um eine richtige Idee von der Sache zu geben.

Quarzfelsgänge ragen aus dem Granite der *Lausitz* und des angränzenden *Böhmens* mehrfach als langgedehnte Felsrücken (sogenannte Teufelsmauern) hervor; die Mächtigkeit derselben beträgt 10 bis 40′; in der Längsrichtung sind sie zwischen *Gurig* und *Kotitz* bei *Bautzen* über eine, bei *Rumberg* sogar über zwei Meilen weit verfolgt worden. Ihr mehr oder weniger krystallinisches, auch etwas poröses Quarzgestein umschliefst zuweilen eckige Granitbruchstücke, welche von radialer stänglicher Absonderung umgeben sind.

Ein den eben erwähnten sehr ähnlicher Quarzgang von 10 bis 50′ Mächtigkeit durchsetzt zwischen *Asch* und

Seeberg in *Böhmen*, als grotesker Felsrücken hervortretend, der Reihe nach Glimmerschiefer, Gneifs und Granit, von denen allen er Bruchstücke einschliefst.

Quarzbrockenfels, ein Brecciengestein, vorherrschend aus Quarz mit Hornstein, Eisenkiesel und Jaspis bestehend, welche in der Regel von Eisen- und Manganerz begleitet sind, bildet in der Gegend von *Schwarzenberg*, z. B. am *Raschauer Knochen*, am *Langenberge*, am linken Gehänge des *Schwarzbach-Langenberger* Thales, bei *Grünstädtel*, *Grofs-Pöla* u. s. w. mächtige Gänge im Glimmerschiefer, von dem er ebenfalls Bruchstücke einschliefst. Der Eisenerzgehalt hat hier und da zu Bergbau Veranlassung gegeben.

Hornstein- und Chalcedongänge durchsetzen den Granit z. B. bei *Carlsbad*, ohne jedoch eine beträchtliche Mächtigkeit zu erreichen.

Einer der bekanntesten Achat- und Amethystgänge ist der von *Schlottwitz* unweit *Dresden*, welcher mit beträchtlicher Mächtigkeit im Gneifs aufsetzt. Das Gestein besteht gröfstentheils aus einer Breccie — sogenanntem Trümmerachat — indem eckige Bruchstücke von Bandachat durch Amethyst- und Chalcedonmasse zusammengekittet und fest umschlossen sind. Dieses Bindemittel enthält Spuren eigenthümlicher organischer Körper. Ein solcher Trümmerachatgang kann nur durch das frühere Vorhandensein eines Bandachatganges erklärt werden, aus dem die Salbänder auch hier zum Theil noch bestehen. Andere Achatgänge enthalten nur Bandachat, dessen entsprechende Lagen von den Salbändern nach der Mitte zu sich vielfach wiederholen, so dafs ein beide Salbänder immer gleichzeitig mit in ihrer Natur etwas wechselnder Masse bedeckender Niederschlag anzunehmen ist.

Sehr unregelmäfsige Halbopalgänge endlich erfüllen zuweilen die Klüfte des Basaltes, Dolerites, Trachyttuffes u. dergl., z. B. zu *Steinheim* bei *Hanau*, bei *Königswinter* im *Siebengebirge*, und kommen auch in Porphyren und Grünsteinen vor (*Robschütz* in *Sachsen*, *Marienbad* in *Böhmen*). Sie enthalten zuweilen Infusorien-

reste. Etwas ihnen Aehnliches, aber ganz im Kleinen, sind die Hyalithüberzüge auf den Klüften der Basalte und Phonolithe.

Literatur.

Die Quarz-, Quarzbrockenfels-, Achat- und Amethystgänge des Erzgebirges und der Lausitz sind ausführlich beschrieben in Naumann's Erläuterungen der geognostischen Karte von Sachsen, H. 2. und 3., interessante Mittheilungen darüber sind noch zu erwarten in den Erläuterungen zu den Sectionen X, XI. und XX.

Ueber Quarzgänge im Grauwackenschiefer bei Wiesbaden vergl. Kapp in v. Leonhard's Jahrbuch 1833. S. 412.

Ueber die Versteinerungen im Schlottwitzer Achatgange vergl. v. Leonhard's Jahrbuch 1837. S. 299.

Erzgänge.

Die wichtige Gruppe der Erzgänge zeichnet sich theils durch Anhäufungen reiner Metalloxyde, theils durch eigenthümliche unbestimmte Gemenge metallischer und erdiger Mineralien aus, welche den übrigen Gesteinen z. Th. fast ganz fremd sind. Da die Mächtigkeit dieser einzelnen Gänge gewöhnlich nicht viel über einige Fuſs steigt, so ist ihre Gangnatur dadurch um so deutlicher zu übersehen.

In Gegenden, wo viele und vielerlei Erzgänge vorkommen und sich oft durchsetzen, z. B. bei *Freiberg*, lassen sich interessante und wichtige Beobachtungen über ihre gegenseitigen Altersverhältnisse anstellen; man kann z. B. verschiedene Formationen von Erzgängen wahrnehmen, welche sich nicht nur durch ihre verschiedenartige Zusammensetzung, sondern in der Regel auch durch ihre verschiedenen Richtungen unterscheiden, während die Gänge gleicher Formation gewöhnlich auch unter sich parallele Richtung haben und oft sogar Gangzüge bilden. Diese Beobachtungen sind in einzelnen Gegenden mit groſser Sorgfalt ausgeführt worden, z. B. von v. Weiſsenbach für *Freiberg*, haben aber bis jetzt noch keine allgemeinen Resultate abstrahiren lassen, d. h. man hat die Gangfor-

mationen der einzelnen Gegenden noch nicht speciell mit einander parallelisiren können, was von der Zukunft allerdings zu hoffen ist.

Die meisten Erzgänge nähern sich mehr der vertikalen als der horizontalen Richtung, am häufigsten durchsetzen sie die Schiefergesteine und die Grauwackengruppe, zumal in der Nachbarschaft von Graniten, Grünsteinen oder Porphyren (*Erzgebirge*, *Harz*, *Riesengebirge* u. s. w.) Es dringen jedoch charakteristische Erzgänge bis in den Lias ein und durchsetzen Granite, Grünsteine und Porphyre. In noch jüngeren Formationen und Gesteinen verlieren sie dagegen ihren complicirten Charakter, sie werden da nur durch einförmige Eisensteingänge, Eisenkies-, Magneteisen- oder Eisenglanzadern vertreten.

Folgendes sind einige der Hauptarten der Erzgänge und ihre vorzüglichsten Bestandmassen, wobei hier zugleich einige Beispiele als Repräsentanten angeführt werden.

1) Eisensteingänge, bestehend aus Rotheisenstein und Glaskopf, Brauneisenstein und Glaskopf, Magneteisenstein oder Spatheisenstein (vergl. S. 309.)

Ein sehr ergibiger Eisensteingang ist der des *rothen Berges* bei *Schwarzenberg;* er besteht aus zusammenhängender Masse von Rotheisenstein mit rothem Glaskopf, ist 40 bis 50′ mächtig, und seine Erstreckung ist theils auf der Gränze zwischen Granit und Gneifs, theils ganz in letzterem über 20000′ weit bekannt.

2) Mangangänge (Braunstein), oft mit Schwerspath, zuweilen gleich dem Eisenoxyd dendritisch als Ueberzug auf Klüften der Massengesteine, vorzugsweise im Porphyr.

Bei *Ilefeld* am *Harz* wird Felsitporphyr von ½ bis 3′ mächtigen Braunsteingängen durchsetzt, welche zum Theil eine lagenförmige Anordnung der Gemengtheile zeigen, indem Schwerspath- und Kalkspathglieder mit Braunstein wechseln.

3) Zinnerzgänge mit Axinit, Apatit, Wolfram, Schwerstein, Quarz, Glimmer u. dergl., am häufigsten im Granit, Greisen oder Felsitporphyr, oft innig mit dem Nebengesteine verwachsen, Gangzüge und Netzgänge bil-

dend, z. B. bei *Zinnwald*, *Altenberg*, *Ehrenfriedersdorf* und *Geier* im *Erzgebirge*.

4) Kiesgänge, vorzugsweise aus Eisenkies, Kupferkies oder Arsenkies bestehend, mit Blende und Quarz, z. B. im Gneifs bei *Freiberg*.

5) Kupfererzgänge, vorzugsweise aus Kupferkies, Buntkupfererz, Fahlerz, Kupfergrün, Malachit, Kupferlasur oder dergl. bestehend, mit Blende, Quarz, Kalkspath u. s. w.

6) Kobalterzgänge, enthaltend Kobalterze mit Wismuth, Spiesglanz, Quarz u. s. w., z. B. im Granit, Gneifs und Glimmerschiefer der Gegend von *Schneeberg*, im Zechstein bei *Ringelsdorf* in *Hessen* und bei *Salfeld*.

7) Silberhaltige Bleiglanzgänge, bestehend aus Bleiglanz mit Silbererzen, Blende, Eisenkies, Kupferkies, Arsenkies, Schwerspath, Braunspath, Manganspath, Kalkspath, Eisenspath, Flufsspath, Quarz u. s. w., besonders in den Schiefergesteinen (im *Erzgebirge*) und in der Grauwackengruppe (am *Harz*).

v. Weifsenbach, der die *Freiberger* silberhaltigen Erzgänge sehr sorgfältig untersucht hat, erkannte darin eine constante Bildungsreihe der einzelnen, sie oft lagenförmig zusammensetzenden Mineralien; diese Reihe ist hier, vom Aelteren zum Jüngeren vorschreitend, besonders durch folgende Bestandmassen charakterisirt:

a) Quarz mit Schwefelkies, Blende, Bleiglanz und Arsenkies.

b) Manganspath und Braunspath mit denselben, jedoch silberreicheren Erzen.

c) Eisenspath, Flufsspath und Schwerspath mit wenigen Erzen.

d) Kalkspath, zuweilen mit reichen Silbererzen.

Mit Hülfe dieser einmal erkannten Reihe lassen sich nun mehre Gangformationen unterscheiden, die jedoch keinesweges scharf gegen einander abgegränzt sind, indem nämlich einige Gänge nur die unter a, andere nur die unter b oder c oder d aufgezählten Mineralien enthalten, während hingegen noch andere die Glieder a und b oder c und d, oder

gar a, b, c und d zugleich, lagenförmig ineinander geordnet zeigen.

Einen Theil der *Freiberger* Silbergänge (die *Halsbrücker*) vergleicht v. Beust mit den Erzen in der Arcose der Gegend von *Avallon* in *Frankreich*, welche ihrer Hauptmasse nach aus oft durch Kieselmasse fest zusammengebackenem Granitgrus besteht. Danach würde ihr Alter ungefähr mit dem der Liasformation zusammenfallen.

8) Goldgänge, Gold im gediegenen Zustande, mit Eisenkies, Quarz u. dergl. findet sich z. B. in den Schiefergesteinen des *Zillerthales*, bei *Rammingstein* und *Muerwinkel* in *Tyrol*.

Diese Gangarten sind hier nur beispielweise angeführt, da ihre Zahl sonst für den vorliegenden Zweck zu bedeutend werden würde.

Zu erwähnen sind aufserdem z. B. Quecksilber- und Zinnobergänge, Galmeigänge, Graphitgänge u. s. w.

Literarische Nachweisungen darüber

finden sich z. B. in:

v. Charpentier, mineralogische Geographie der chursächsischen Lande, 1778.

Werner, Theorie von der Entstehung der Gänge, 1791.

Freiesleben, in Moll's Jahrbüchern 1800 B. IV.

Schmidt, Beiträge zur Lehre von den Gängen 1827.

v. Weifsenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse 1836.

v. Herder, der tiefe Meifsener Elbstollen, 1838. 3ter Abschn. und Beilage VI.

v. Beust, kritische Beleuchtung der Werner'schen Gangtheorie. 1840.

Von ausländischen Schriften sind besonders wichtig:

De la Bèche, Geology of Cornwall, Devon and West-Somerset 1839. Cap. X.

Fournet, sur les dépots métallifères in Purat's Traité de Geognosie. T. III. 1835.

Fournet, Abhandlung von dem Gebirge und den Erzgängen in der Gegend von l'Arbeste, Rhône (l'Instit. 1837, 246 bis 249.) Auszug in v. Leonh. Jahrb. 1838. S. 95.

Uebersicht

der abnormen Hauptgesteine,

nach ihren Verwandtschaftsgraden geordnet.

Thonschiefer,
Glimmerschiefer,
Gneifs,
Granulit, Granit, Syenit,
Pechstein, Felsitporphyr, Grünsteine,
Melaphyr und Mandelstein,
Phonolith, Trachyt, Basalt, basaltischer Mandelstein, Wacke
trachytische Lava, basaltische Lava.

Diese Anordnung stimmt zugleich mit den wahrscheinlichsten Altersverhältnissen der Gesteine gut überein, so nämlich, dafs oben die ältesten und gegen unten immer neuere stehen. Die Ganggesteine lassen sich wegen ihrer geringen Verwandtschaft nicht füglich hieran anschliefsen.

Kurze Wiederholung

des Systemes der Geognosie.

Das Titelkupfer und die beigefügte Tabelle A sind dazu bestimmt, das ganze System der Geognosie mit Leichtigkeit überblicken zu lassen. Es bedarf daher hier auch nur einiger Worte zu ihrer Erläuterung.

Die Gesteine, aus welchen die feste Erdkruste, so weit wir sie kennen, zusammengesetzt ist, sind theils in Schichten nach einer bestimmten Reihenfolge über einander gelagert, normale Gesteine, theils sind sie ungeschichtet und erscheinen an der Erdoberfläche ohne bestimmte Reihenfolge zwischen und neben einander, abnorme Gesteine.

Die ersteren enthalten Versteinerungen, sind offenbar aus Wasser abgelagert und werden in Gruppen, Formationen und Glieder eingetheilt. Auf der Tabelle A ist der Versuch gemacht worden, die ganze Reihenfolge derselben, soweit sie durch die Vergleichung verschiedener Gegenden Deutschlands bekannt ist, zusammenzustellen und Bemerkungen über die darin enthaltenen organischen Reste, ihre mittlere Mächtigkeit und ihre bekanntesten ausländischen Aequivalente beizufügen. Obwohl nämlich die Reihenfolge der Schichten für jede Gegend eine unveränderliche ist, so wechseln doch in verschiedenen Ländern der Gehalt, die Mächtigkeit und die Zahl der vorhandenen Schichten dergestalt, dafs oft kaum noch eine Aehnlichkeit zwischen der Zusammensetzung derselben Formationen stattfindet.

Auf dem Titelblatte sind die normalen Gesteine vorzüglich in der oberen linken Ecke berücksichtigt worden.

Die abnormen Gesteine enthalten ursprünglich keine Versteinerungen, sind wahrscheinlich durch Erkaltung des

heifsflüssigen Erdkörpers entstanden und werden in drei Hauptabtheilungen, Schiefergesteine, Massengesteine und Ganggesteine, gebracht, sowie aufserdem in mehre Gruppen eingetheilt, in welchen wieder gewisse Hauptgesteine vorherrschen. Ihre Lagerung erscheint an der Erdoberfläche für den ersten Anblick höchst unregelmäfsig und gesetzlos, während dagegen die Natur der einzelnen Gesteine in allen Welttheilen sich überraschend gleich bleibt. Bei genauerer Untersuchung ergeben sich jedoch auch in ihrer Lagerung bestimmte Normen, die auf eine innere Anordnung schliefsen lassen, ähnlich der, welche auf dem Titelblatte dargestellt ist. Die bisherigen geognostischen Forschungen haben nämlich hierüber Folgendes gelehrt:

1) Die Schiefergesteine — Thonschiefer, Glimmerschiefer und Gneifs — enthalten keine Bruchstücke anderer Gebirgsarten und werden von allen Massen- und Ganggesteinen stock- oder gangförmig durchsetzt, von allen Flötzgebirgen aber, welche auch zuweilen Geschiebe oder Bruchstücke derselben enthalten, überlagert. Diefs Alles deutet für sie das höchste Alter an.

2) Die Granite und Syenite enthalten oft Bruchstücke der Schiefergesteine, noch sind aber keine von Porphyren, Melaphyren, Basalten oder dergl. darin gefunden worden; sie durchsetzen aufser den Schiefergesteinen zuweilen die der Grauwackengruppe, in welcher letzterer jedoch auch schon granitische Fragmente gefunden worden sind. Daraus kann man schliefsen, dafs einige Granite vor, andere während, oder kurz nach der Grauwackenbildung entstanden sind.

3) Die Grünsteine werden am häufigsten in den Schiefer- und Grauwackengesteinen gefunden, dringen hier und da auch in die Kohlengruppe, schwerlich aber in jüngere Schichten ein. Sie enthalten überhaupt nur selten Bruchstücke und sind wohl kaum schon in solchen unmittelbaren Beziehungen zu Porphyren beobachtet worden, aus welchen man mit Bestimmtheit auf das gegenseitige Alter hätte schliefsen können. Grünsteingeschiebe finden sich schon in der Grauwacke.

4) Die **Felsitporphyre** und **Pechsteine** durchdringen massig und gangförmig nicht nur die Schiefergesteine und Granite, sondern auch die normalen Gesteine zum Theil wahrscheinlich bis zum bunten Sandsteine hinauf. Von allen diesen enthalten sie oft Bruchstücke, nie sind dagegen solche von Basalten, Phonolithen oder dergl. darin beobachtet worden. Porphyrgeschiebe sind vom Rothliegenden an vielfach in allen jüngeren Flötzformationen, aber noch nicht mit Bestimmtheit in der Grauwacke gefunden worden.
5) In weit jüngere Formationen als die eigentlichen Porphyre und wahrscheinlich bis in den Jurakalk dringen die **Melaphyre** und **Mandelsteine** ein, welche häufig auch Granite und Porphyre durchsetzen, im Rothliegenden aber zuerst als Geschiebe beobachtet werden.
6) **Basalte**, **Phonolithe** und **Trachyte** haben alle Formationen bis zur oberen Braunkohlenformation hinauf häufig durchbrochen und enthalten oft Bruchstücke dieser und der bisher genannten abnormen Gesteine, werden aber als Geschiebe oder Bruchstücke in der Kreide und allen älteren Formationen und Gesteinen **nicht** gefunden. Dadurch ergibt sich die Entstehungszeit der Basalte als ungefähr der der Molasseformationen entsprechend.
7) Die **Laven** und andere **ächt vulkanische Producte** endlich sehen wir vor unseren Augen aus dem Erdinneren emporkommen und somit alle vorhandenen Gesteine durchsetzen, während keine Formation von den Diluvialgebilden abwärts bestimmte Spuren ächter vulkanischer Thätigkeit enthält.

Aufserhalb dieser Reihenfolge liegen:

8) Die Gänge von **Quarz**, **körnigem Kalkstein** und **Dolomit**, die noch nicht über der Grauwackengruppe liegende Flötzgebirge durchsetzend beobachtet worden sind, und die
9) **Erzgänge**, welche, unter sich von sehr verschiedenem Alter, am häufigsten in den Schiefergesteinen und der Grauwackengruppe, aber auch im Granit, Grünstein und

Porphyr und bis zur Liasformation hinauf beobachtet worden sind.

Durch fortgesetzte Untersuchungen werden sich diese zum Theil noch etwas schwankenden Bestimmungen der Lagerungs- und Altersverhätnisse der abnormen Gesteine hoffentlich immer besser begründen und weiter durchführen lassen. Die Umrisse derselben sind, so weit es thunlich war, auf dem Titelblatte bildlich, und in der letzten Hauptspalte der Tabelle A durch Anordnung der Gesteinsnamen dargestellt worden. Dabei bezieht sich der vordere horizontal gedruckte Theil dieser Hauptspalte auf das höchste bekannte Aufsteigen der abnormen Gesteine durch die Flötzgebirge hindurch, während natürlich Alles, was älter ist, ebenfalls von ihnen durchsetzt sein kann; der hintere vertikal gedruckte Theil der Spalte hingegen bezieht sich auf die mit den voranstehenden Flötzgebirgsbildungen verglichenen Zeiträume, in welchen die betreffenden Eruptionen wahrscheinlich dauernd stattgefunden haben.

Eine aus dem Früheren hervorgehende und der Bequemlichkeit wegen in dem sich hier anschliefsenden geologischen Abschnitte dieser Schrift zuweilen anzuwendende sehr natürliche Eintheilung aller Gesteine, woraus die feste Erdkruste besteht, ist folgende:

Flötzgebirge,
Schiefergesteine,
Massengesteine und
Ganggesteine.

A.

teinslag



Elemente, Geschichte und System

der

G e o l o g i e.

---

18 $\frac{17}{3}$ 41.

Geologie.

(Werth derselben, Plan ihrer Behandlung.)

Es könnte für den ersten Anblick scheinen, dafs die nachfolgenden geologischen Betrachtungen zu geringen praktischen Werth hätten, um ihnen hier so viele Worte zu widmen, als geschieht. Man möge aber wohl bedenken, dafs sie es sind, welche dem vorangeschickten Studium der Thatsachen erst eine gewisse geistige Bedeutung und einen besonderen Reiz verleihen, indem sie einen allgemeinen Zusammenhang der Ursachen und Folgen herzustellen versuchen, und dafs man aus den erkannten Vorgängen der Natur in gar vielen Fällen auf eine praktische Anwendung der Naturkräfte und Gesetze zurückzuschliefsen vermag. Uebrigens liegt es in der Absicht des Verfassers, aufser dem praktischen auch das intellectuelle Bedürfnifs möglichst zu befriedigen, was wenigstens niemals von Nachtheil sein kann.

Man hat neuerlich oft gegen das zu viel Erklärenwollen der Geologen geeifert, aber man ist in diesem Eifer fast eben so viel zu weit gegangen als vorher in den Erklärungen. Wohl ist es wahr, dafs uns nur eine verhältnifsmäfsig sehr schwache äufsere Kruste der Erde zugänglich ist, das kann uns aber nicht abhalten, daraus auf die Natur des unerforschten Kernes zu schliefsen, wozu sich im Bereiche der Geognosie offenbar viele Veranlassungen und Hülfsmittel darbieten. Wohl ist es ferner wahr, dafs die ersten Zustände der Erde für uns in grofses Dunkel gehüllt sind, dennoch müssen wir uns aber durch die Reihenfolge gegenwärtiger und deutlich nachzuweisender vorhistorischer Vorgänge veranlafst sehen, darüber nachzudenken, und es scheint mir überhaupt ganz unnatürlich, die Resultate der bisherigen geognostischen Studien zu überblicken und im

Geiste zu ordnen, ohne dabei an das Innere oder an einen früheren Zustand des Erdkörpers zu denken. Sobald nur die Gränzen, bis zu welchen uns auf festgestellte Thatsachen begründete Schlüsse leiten, nicht überschritten werden, und sobald man das theoretisch Erschlossene von dem Erfahrungsmäfsigen getrennt hält, so dafs ihm kein nachtheiliger Einflufs auf die Beobachtung selbst, oder auf die erste ruhige Auffassung derselben gestattet wird, so kann auch überhaupt kein Nachtheil, sondern nur Vortheil daraus erwachsen.

Der Plan, nach welchem wir unsere geologischen Betrachtungen ordnen werden, ist folgender:

In den Elementen der Geologie untersuchen wir zunächst, welche Veränderungen noch jetzt mit der festen Erdkruste vorgehen und wodurch sie veranlafst werden; dabei wird mancher Blick in die vorhistorischen Zeiten von selbst sich ergeben. In der Geschichte der Geologie werden wir darauf den Weg der Erfahrungen und Ideen, der endlich auf den gegenwärtigen Standpunct der Geologie geleitet hat, zu skizziren suchen; denn wer sich mit irgend einer Wissenschaft vertraut machen will, thut sehr wohl daran, nicht nur ihren gegenwärtigen Zustand, sondern auch ihre Entwickelungsgeschichte zu studiren, weil diese ihn am befsten mit allen Schwierigkeiten und Einwendungen bekannt machen wird und zugleich die richtigste Idee über den ferneren Ausbildungsgang zu geben vermag. Es ist aber selten rathsam, den Anfang des Studiums einer Wissenschaft mit der Geschichte derselben zu machen, man würde auf diese Weise alle Schwierigkeiten der Entwickelung selbst noch einmal mit zu durchwandern haben, die man dann weit leichter übersieht, wenn man sich vorher auf den gegenwärtigen Standpunct versetzt hat.

In diesem Gerippe einer Geschichte der Geologie wird zugleich die Entstehung und Ausbildung der Geognosie mit angedeutet werden, die erst in neuester Zeit als Grundlage jener sich entwickelte, während man früher geologische Hypothesen auf Voraussetzungen gebaut hatte, ohne die Thatsachen zu kennen.

Endlich werden wir ein aus allen den vorausgeschickten Materialien erbautes System der Geologie in seinen Grundzügen zu entwickeln suchen, indem wir der Ausbildungsgeschichte der Erde chronologisch folgen. Um die Chronologie inne zu halten, müssen wir natürlich, was die Reihenfolge der Flötzgebirge betrifft, einen entgegengesetzten Weg einschlagen, als im Systeme der Geognosie, weil es unausführbar sein würde, eine Erzählung mit dem Ende der Geschichte zu beginnen und mit dem Anfange zu schliefsen.

Die Hauptbasis, worauf wir dieses System erbauen, bilden die Vorgänge der

Erstarrung, Empordringung, Zerstörung, Umwandlung und Ablagerung.

Wir nehmen nämlich an, die ganze Erde sei einst heifsflüssig gewesen, allmählig erkaltet und dadurch an der Oberfläche erstarrt. Hierauf sei eine fortdauernde Wechselwirkung zwischen dem von starrer Kruste umschlossenen heifsflüssigen Kerne und dem auf jener angesammelten Wasser eingetreten. Das flüssige Innere habe, durch äufsere, meist kosmische Umstände aufgeregt, von Zeit zu Zeit die von aufsen wie von innen fortwährend dicker werdende und durch Erkaltung sich zusammenziehende Kruste zerspalten, gehoben und sich örtlich in Gestalt von Massengesteinen hervorgedrängt, während das fluthende Wasser die festen Bildungen überall benagte und die Producte seiner Zerstörung an ruhigen Stellen als Flötzgebirge ablagerte, die gleich den zuerst erstarrten Schiefergesteinen wieder vielfach von Massengesteinen durchbrochen und aus ihrer ursprünglichen Lage verrückt wurden. Diese periodenweise auf einander folgenden Bildungen, Zerstörungen und Wiederbildungen begruben zahlreiche organische Reste, die sich in gewisser Reihenfolge, den äufseren, namentlich klimatischen Verhältnissen der Erdoberfläche angemessen, nach einander entwickelten, und so entstand endlich unsere heutige Erdoberfläche mit ihren Gebirgen, Bergen, Ebenen und Meeren.

IV.

Elemente der Geologie.

(Eintheilung.)

Um beurtheilen zu können, wie der gegenwärtige Zustand der festen Erdrinde entstanden ist, sind zunächst die Veränderungen zu untersuchen, die noch jetzt vorgehen, die Gesetze und Kräfte einigermafsen kennen zu lernen, welche darauf einwirken, und dann aus ihnen, unter Berücksichtigung denkbarer anderer Umstände, auf die Entstehung dieses gegenwärtigen Zustandes zu schliefsen.

Die vor unseren Augen vorgehenden Veränderungen der festen Erdkruste sind theils Form-, theils Massenveränderungen, nach gewöhnlichen Begriffen theils Zerstörungen und Translocationen, theils Bildungen, in der Regel beides zugleich. Sie werden vorzüglich durch folgende, uns bekannte Agentien bewirkt:

Wasser,
vulcanische Thätigkeit (oft Feuer genannt),
Luft und
organisches Leben.

Alle diese wirken theils mechanisch, theils chemisch, theils auf beide Weisen zugleich. Weniger deutlich wahrnehmbar ist der unmittelbare Einflufs der sogenannten unwägbaren Stoffe: Licht, Wärme, Magnetismus, Galvanismus, Elektricität u. s. w. Die wirksamste Kraft ist die der Schwere, deren Gesetze bekannt sind.

Betrachtung der allgemeinen Wirkungen dieser Agentien.

Da alle Wirkungen dieser Agentien oft gemischte, d. h. durch zwei oder mehre derselben zugleich bedingte sind, so ist es zweckmäfsiger, sie nach ihrem Haupteindruck zu classificiren, als sie streng systematisch zu sondern. Wir



werden sie deshalb unter folgenden Abtheilungen näher betrachten und dabei auch sogleich auf ihre vorhistorische Bedeutung einige Rücksicht nehmen.

1) Zerstörungen und Fortbewegungen durch Wasser,
2) vulcanische Thätigkeit,
3) Einwirkungen der Luft,
4) Einwirkungen des organischen Lebens,
5) Einwirkungen der unwägbaren Stoffe und
6) Rückblick.

---

1. Zerstörung und Fortbewegung durch Wasser.

(Regen, Wasserrisse, Quellen, Bäche, Flüsse, Bergschlüpfe, Bergstürze, Gletscher, Eisschollen, das Meer.)

Das Wasser, welches als Regen auf die Oberfläche des Landes fällt, dringt theils in den Boden ein, um Quellen zu bilden, theils läuft es sogleich ab und verursacht je nach der Festigkeit des Bodens mehr oder weniger tiefe Einschnitte, Wasserrisse, die im Kleinen schon an Thalbildung erinnern. Die dabei losgerissenen gröberen Theile werden oft auf ansehnliche Strecken von den Regenfluthen mit fortgeführt und an den Abhängen der Berge oder Hügel als Schutt angehäuft, während das stark getrübte Wasser den Flüssen oder selbst dem Meere zuströmt. Auch das eingedrungene Wasser, welches in Gestalt von Quellen meist am Abhange oder Fuſse der Gebirge, Berge und Anhöhen wieder hervorkommt, bewirkt auf seinem unterirdischen Wege mancherlei Veränderungen, indem es einige Bestandtheile der durchsickerten Gesteine in sich auflöst und fortführt und später zum Theil wieder ablagert. Dabei unterscheidet sich diese Wirkung der Quellen, besonders der Mineralquellen, von der fortschaffenden Kraft der Regenfluthen und Flüsse nicht nur durch die chemische Natur der Auflösung, sondern auch dadurch, daſs sie häufig gleich der vulcanischen Thätigkeit einen Transport von unten nach oben vermittelt, während die Tagewasser nur von oben nach unten transportiren. Es giebt nur sehr wenige Quellen, deren Wasser fast ebenso rein wie Regenwasser

ist, bei Weitem die meisten enthalten geringe Quantitäten von Salzen, Erden und Metalloxyden beigemengt, und von den gewöhnlichen Quellwässern findet ein ganz allmähliger Uebergang zu den stärksten Mineralquellen, Salzsohlen und kalkigen Wässern statt. (Beispiel Nr. 1.) Nothwendig wird durch diesen Umstand der Massengehalt der von Quellwasser durchrieselten Gesteine von ihren feinsten Klüften aus fortwährend verändert und verringert, und wenn diefs auch meist in der Zeit eines Menschenalters völlig unmerklich ist, so mufs es doch nothwendig im Laufe von Jahrtausenden grofsen Erfolg haben. Sind nur einzelne Theile des Gesteins auflöslich, so wird dasselbe dadurch nur verändert; sind aber ganze Gesteinsmassen auflöslich (wie z. B. Steinsalz), so entstehen unterirdische Hohlräume und bei ihrer zu beträchtlichen Erweiterung endlich Einstürze derselben, welche oft bis an die Oberfläche fortwirken (Erdfälle).

Die durch den Verein mehrer Quellen gebildeten Bäche und Flüsse greifen die von ihnen bespülten Felsen an und reifsen auf ihrem Laufe lockere Massen mit sich fort, theils Bruchstücke fester Gesteine, welche sie zu Geschieben abrunden und immer mehr verkleinern, theils Sand oder erweichte thonige, schlammige und erdige Theile, wodurch sie getrübt werden. (Beispiel Nr. 2.) Sehr verstärkt wird die fortreifsende Gewalt des Wassers, der Flüsse zuweilen dadurch, dafs es sich eine Zeit lang andämmt und dann plötzlich, in um so gröfserer Masse fortströmend, gegen alle Hindernisse seines Laufes ankämpft. (Nr. 3, 4 und 5.)

Den eigenthümlichen Wirkungen des Wassers selbst kommen aufserdem zuweilen noch Bergschlüpfe und Bergstürze (Nr. 6 und 7) zu Hülfe, welche gewöhnlich durch Unterwaschung oder Erweichung der Unterlage, zuweilen wohl auch durch die ausdehnende Kraft des in Spalten frierenden Wassers bedingt werden. Das Wasser ist überhaupt nicht nur als solches, sondern auch als Eis ein sehr mächtiges Transportmittel der Natur. Gletscher schieben grofse Wälle von Steinblöcken (Morainen) auf und vor sich her (Nr. 8); Lavinen reifsen vorstehende Fels-

zacken mit sich herab oder wirken zerstörend durch ungeheueren Luftdruck; schwimmende Eisschollen tragen gewaltige Felsblöcke über tiefe Meeresabgründe. (Nr. 9.)

Durch alle diese Operationen wird eine fortwährende Ortsveränderung von Theilen der festen Erdkruste bewirkt, deren Summe aufserordentlich grofs ist, und alle diese Theile werden an Quellen und Flufsufern in Sümpfen und Landseen, meist aber im Meere wieder abgesetzt, nicht nur durch Unterbrechung der mechanisch fortreifsenden Gewalt, sondern auch durch Verdunstung oder durch Entweichen auflösender Gasarten, z. B. der Kohlensäure, durch welche letztere beide Umstände namentlich die chemisch verbundenen Beimengungen sich aussondern.

Hierzu kommen noch die grofsartigen Zerstörungen und Veränderungen, welche oft das Meer an seinen Küsten bewirkt, indem es im Laufe der Zeit ganze Landstrecken und Inseln verschlingt, oder anderwärts das Land durch Ablagerungen bedeutend vergröfsert; Wirkungen, die theils durch eigenthümliche Meeresströmungen und durch die fortwährenden Bewegungen der Ebbe und Fluth, theils durch Einwirkung der Winde veranlafst werden.

Auf diese Weise wirkt das Wasser einerseits ebnend, d. h. es trägt ununterbrochen Theile des Landes in die von ihm bedeckten Abgründe des Meeres und der Landseen, die dadurch immer mehr an Tiefe verlieren müssen, wie die Berge an Höhe. Auf der andern Seite ist es unverkennbar, dafs das Wasser bei seinem Hinströmen über das Land auch Unebenheiten verursacht, und wir werden bei den Betrachtungen über die Berg- und Thalbildung insbesondere Gelegenheit haben, darauf zurückzukommen. Hier mögen die angedeuteten Wirkungen des Wassers noch durch einige Beispiele erläutert werden. Es ist jedoch meine Absicht, nur einige, im gemeinen Leben weniger beachtete Erscheinungen, theils alltägliche, theils aufsergewöhnliche, hervorzuheben, da die meisten der angedeuteten Wasserwirkungen Jedermann durch eigene Erfahrungen oder durch öffentliche Mittheilungen hinreichend bekannt sind. Wer hätte nicht schon beobachtet, wie das zusammenströmende

Wasser eines Gewitterregens in weichem Boden tiefe, thalähnliche Gräben einschneidet, oder wie grofse Geschiebe und selbst Felsblöcke durch Bergströme weit fortgeführt werden u. s. w.?!

Beispiele.

1) **Massengehalt der Karlsbader Quellen.** — Eines der wichtigsten unter den genauer bekannten Beispielen von einer sehr reichlichen Quantität fester Bestandtheile, welche von Mineralquellen dem Innern der Erdrinde entführt werden, liefern die Quellen von *Karlsbad.* So wie diese wahrscheinlich zu den wasserreichsten Mineralquellen des Festlandes von *Europa* gehören, so ist auch die Menge der Salze, welche sie mit sich führen, bewundernswürdig. Schon Klaproth hatte behauptet, dafs diese jährlich 6800 Centner kohlensaures Natron und etwa 10,300 Centner Glaubersalz betrage, allein Gilbert hat gezeigt, dafs diese Schätzung noch viel zu gering sei, und dafs die Massen zu 130,000 Centnern kohlensaures Natron und zu 200,000 Centnern Glaubersalz angenommen werden können. (Vergl. Hoffmann, physikalische Geographie S. 500).

2) **Schlammgehalt des Flufswassers.** — Es ist bei Beurtheilung der fortschaffenden Kraft des Wassers von Wichtigkeit, kennen zu lernen, wie viel erdige oder schlammige Theile das fliefsende Wasser mit fortzunehmen pflegt. Diefs hat Hartsöker bei'm Wasser des *Rheines* untersucht und berechnet. Danach enthält der *Rhein* zur Fluthzeit in hundert Volumentheilen Wasser einen Theil Schlamm, und er wird demnach in 100 Tagen der Fluthzeit ungefähr eben so viel erdige Theile in das Meer führen als in einem Tage Wasser. Nach dem Engländer Sir. Geo-Stauenton scheint das Wasser des *gelben Flusses* in *China* in 200 Theilen stets einen Theil Schlamm zu enthalten; danach berechnet, würde dieser Flufs stündlich ungefähr zwei Millionen Cubikfufs oder täglich 48 Millionen Cubikfufs Erde herabführen. Angenommen, dafs das *gelbe Meer* im Mittel 120′ tief sei, so würde durch diese Einschwemmung in 70 Tagen eine englische Quadratmeile trocken gelegt, in 24000 Jahren dagegen der ganze Meerbusen, welcher 125000 Quadratmeilen Oberfläche hat, ausgefüllt werden. Der *Ganges* führt nach Major Rennel durchschnittlich in jeder Secunde 180000 Cubikfufs trübes Wasser in das Meer; angenommen, dasselbe enthielte wie der Rhein in 100 Theilen einen Theil Schlamm, welcher nur halb so schwer sei als Granit, so würde das tägliche Gewicht des transportirten Schlammes doch gröfser sein als das der gröfsten ägyptischen Pyramide. Man ersieht

daraus, welch bedeutenden Zuwachs das *Ganges-Delta* täglich erhält. (Vergl. Lyell's *princ. of geology B. I. Cap.* 14.).

3) Stofskraft des Wassers. — In *Westmoreland* macht man eine ganz eigenthümliche Anwendung von der zerstörenden und fortschaffenden Kraft des Wassers. Wenn nämlich die Steinbrecher an einem mit Schutt und Vegetation bedeckten steilen Bergabhange gute Schieferlagen suchen wollen, so dämmen sie an der Höhe des Berges die Quellen zu einem kleinen Teiche auf, ziehen von da einen Graben nach der Stelle, welche sie zu untersuchen wünschen, und reifsen dann den Damm nieder, so dafs das angesammelte Wasser plötzlich durch den Graben abfliefst. Mit steigender Geschwindigkeit den Berg hinab stürzend, führt es allen Schutt und Boden, welcher die Felsoberfläche des Abhanges bedeckt, mit sich fort und höhlt in kurzer Zeit einen Graben, eine kleine Schlucht, in dem Felsen aus, wodurch alle verschiedenen Gesteinslagen zu Tage gelegt werden. So wird durch das Wasser in wenigen Stunden bewirkt, was Monate lange Arbeit vieler Menschen nicht hervorgebracht haben würde. Diese Operation, welche man *Washing* nennt, macht den *Ken*-Flufs oft mehre Meilen weit für einige Tage ganz trübe. Wenn solcher Effect durch so weniges angesammeltes Wasser hervorgebracht werden kann, was mufs nicht der Durchbruch eines Bergsee's bewirken können? (Vergl. Bakwell, *introd. to geology Cap. XXIV.*)

4) Fluth im Bagnethal. — Etwas dem Durchbruch eines Gebirgssee's Aehnliches ereignete sich im J. 1818 im *Bagnethal* in der *Schweiz*, welches eines der gröfsten Seitenthäler der *Rhone* ist. Durch das Hinabstürzen einiger Schnee- und Eislawinen von einem hohen Gletscher in das Bett des *Dranse*-Flüfschens, bildete sich an einer engen Stelle des Thales ein hoher Damm, welcher das darüber befindliche Thal in einen gegen 200′ tiefen See verwandelte. Um nun das angesammelte Wasser mehr allmählig abzuleiten, damit es bei'm Schmelzen des Dammes nicht allzuviel Schaden anrichte, wurde eine Rösche von 700′ Länge durch den oberen Rand des fest gefrorenen Eisdammes getrieben. Als das Wasser die Höhe erreichte, um durch die Rösche abzufliefsen, löste es das Eis auf und vertiefte den Kanal allmählig, bis etwa die Hälfte abgelaufen war. Da aber, bei'm Herrannahen des Sommers, gab der mittlere Theil des Eisdammes mit entsetzlichem Krachen nach, und der noch übrige Theil des See's wurde binnen einer halben Stunde entleert. Bei'm Weiterströmen in dem Thale trafen die Gewässer auf eine enge Stelle, stiegen daselbst zu einer sehr beträchtlichen Höhe an, brachen mit grofser Gewalt durch und führten Felsmassen, Häuser, Bäume, Brücken und cultivirtes Land mit sich fort. Auf dem gröfsten Theile ihres Laufes glich die Fluth mehr einer bewegten Masse von Fels-

trümmern und Schlamm als Wasser. Einige hausgrofse Felsschollen wurden aus den älteren Alluvionen herausgerissen und grofse Strecken mit fortgewälzt. Die Geschwindigkeit des Wassers auf dem ersten Theile seines Laufes betrug 33′ in der Secunde; allein sie verminderte sich bis auf 6′, ehe es den Genfer-See erreichte, welche Strecke von 9 deutschen Meilen es in 6½ Stunden durchströmte. Wäre dieser See ganz sich selbst überlassen worden, wie grofs würden dann erst die Zerstörungen bei seinem plötzlichen Durchbruche gewesen sein. (Vergl. Lyell, *princ of geol. Vol. I. Cap. XI.)*

5) Fortrücken der Niagarafälle. — Die Niagarafälle geben ein treffliches Beispiel von der allmähligen Aushöhlung eines tiefen Thales in festem Gesteine durch Wasser. Von dem *Eriesee* aus fliefst der Flufs ohne eigentliches Thal auf einer erhabenen Ebene bis zu den Fällen; die Gegend ist so flach, dafs sie bei einem Steigen des Wassers auf 10 Fufs schon weithin überschwemmt wird. Von den Fällen aus abwärts ist der Charakter des Flusses und seiner Umgebungen plötzlich ganz verändert, er strömt dann wüthend auf dem Boden eines gegen 200′ tiefen, von mauerähnlichen Felsabhängen eingeschlossenen Thales bis *Queenstown*, wo die kleine Hochebene plötzlich endet und der Flufs in die Auen des *Ontario-See's* eintritt. Diese Bergterrasse zwischen *Queenstown* und dem *Eriesee* besteht aus horizontal geschichteten Flötzgesteinen und zwar zuunterst aus ziemlich leicht zerstörbarem Schiefer, darüber aber aus festem Kalkstein. Dieser innere Bau erklärt nicht nur die eigenthümliche Natur, sondern auch das allmählige Aufwärtsrücken des Falles, welches in den letzten 40 Jahren gegen 150′ betragen hat. Das über 150′ hoch herabstürzende Wasser höhlt nämlich die unteren weichen Schieferlagen fortwährend aus, so dafs die feste Kalkplatte eine zuweilen mehr als 100′ überspringende Decke bildet. Dann bricht plötzlich ein beträchtlicher Theil dieser Decke nach, und der Fall tritt, ohne seine senkrechte Natur zu verändern, um eben so viel zurück. Offenbar ist das ganze Thal von *Queenstown* bis zum Falle nach und nach auf diese Weise ausgefurcht worden, wozu, wenn das Fortschreiten stets ungefähr mit derselben Schnelligkeit wie in den letzten 40 Jahren erfolgt wäre, ungefähr ein Zeitraum von 8000 Jahren nöthig gewesen sein würde.

6) Bergschlüpf von Goldau. — Einer der merkwürdigsten Bergschlüpfe ereignete sich am 2. Septbr. 1806 an dem *Ruffi* oder *Rofsberge*, südlich vom *Rigi;* die ganze Masse dieses Berges besteht aus Nagelfluhe (grobem Sandstein und Conglömerat), welche am *Rigi* fast bis zu 6000′ Meereshöhe ansteigt und oft mit feinen sandigen Thonlagen wechselt. In dem nassen Sommer des Jahres 1806 war eine dieser unterliegenden Thonschichten,

deren Neigung 25° betrug, erweicht, theilweise vielleicht auch weggeschwemmt worden, und die Conglomeratmasse lag nun auf einer schlüpfrigen Grundlage. Sie konnte sich in dieser Lage nicht länger erhalten, sondern glitt auf der schlüpfrigen Thonschicht nieder. Es rifs sich deshalb von dem Gipfel des Berges, durch Klüfte begünstigt, eine mächtige Felsplatte von etwa 100′ Dicke, gegen 1000′ Breite und wohl von der Länge einer halben deutschen Meile los und rutschte mit unglaublicher Schnelligkeit, wie es scheint, etwa in 3 Minuten, in's benachbarte Thal nieder, welches sich zwischen dem *Zuger* und dem *Lowerzer See* ausdehnt. Alles, was auf dem Wege dieses Schlüpfs lag, ward spurlos vernichtet, 3 Dörfer, unter welchen das bedeutendste *Goldau*, (mit 484 Menschen) gingen unter, und im Thalgrunde erhebt sich jetzt ein Hügel von 200′ Höhe und beträchtlichem Umfange, welcher ganz aus den Trümmern zerknickter Schichten gebildet wird. Der Raum, über welchen dieser Bergschlüpf gleitete, hat nahe an zwei Stunden Längenausdehnung; ein Theil der Masse prallte gegen den Fufs des gegenüberliegenden *Rigi* an und richtete sich daran in die Höhe, ein anderer Theil dagegen stürzte sich in den *Lowerzer See*, und der Wasserspiegel desselben ward an der Stelle des Einsturzes zu einer Welle von etwa 50′ Höhe über seinen gewöhnlichen Stand erhoben; selbst noch eine Stunde von der Stelle des Hineinstürzens entfernt stieg das Wasser gegen 12′ hoch und richtete beträchtliche Verwüstungen an. (Vergl. Hoffmann's Geschichte der Geognosie S. 105.)

7) Bergschlüpf in Devon. — Was die Veränderungen der Oberflächengestalt anlangt, so war der Bergschlüpf, welcher sich im December 1839 an der Küste von *Devon* in *England* ereignete, fast eben so folgenreich als der so eben beschriebene; seine Natur und seine Ursachen sind jedoch von denen des vorigen etwas verschieden. Die Küste von *Devon* besteht zwischen *Lyme* und *Axmouth* von oben nach unten aus 100—200′ Kreide, 150′ festem Sandstein, 150—200′ losem Sand und endlich aus Liasschichten, welche nur selten zu Tage treten. Alle diese Schichten fallen wenige Grad gegen das Meer zu. Hier sind drei Bedingungen gegeben, die bei der wenig geneigten Schichtung nicht sowohl einen eigentlichen Erdschlüpf, als vielmehr ein unregelmäfsiges Einsinken und Verschieben der festen felsigen Oberfläche veranlassen konnten und veranlafst haben, nämlich eine stark zerklüftete Felsdecke (Kreide und Sandstein), eine durch Wasser erweichende und dann leicht bewegliche Masse (der lose Sand) und endlich eine das Wasser nicht durchlassende Unterlage (die Liasschichten).

Es war in der Nacht vom 24sten zum 25sten December, als man zuerst auf die Bewegungen des Bodens aufmerksam wurde,

welche einen so grofsartigen Erfolg haben sollten, diese Bewegungen dauerten bis zum 26sten fort und wiederholten sich nochmals am 3. Februar 1840. Eine Küstenstrecke von mehr als 5000′ Länge und 1000 bis 1500′ Breite trennte sich durch eine 200 bis 400′ weite und 100 bis 200′ tiefe Versenkungskluft von dem dahinter befindlichen Lande, zerspaltete nach allen Richtungen zu mächtige Felspfeiler, welche theils in die Höhe geschoben, theils versenkt wurden, und schob eine ungeheuere Sandsteinklippe mit aufgerichteter Schichtung weit in das Meer hinaus. Felder, Wiesen, Gärten und Gebäude wurden von unzähligen Klüften zerrissen und ihre einzelnen Theile auf das Manchfachste verschoben, das früher flachhügelige Land ist jetzt z. Th. in eine der pittoreskesten Felspartieen umgewandelt. Besonders zeichnet sich die weite, durch Versenkung und Verschiebung entstandene Felskluft, welche auf die ganze Länge hin die nördliche Gränze bildet, durch die grofsartige Natur ihrer Scenerie aus und erinnert lebhaft an manche Felsenthäler der *sächsischen Schweiz*. Obwohl im vorigen Jahrhundert an den Küsten von *Devon* nicht allzuselten ähnliche Ereignisse vorgekommen zu sein scheinen, so war dieses doch den meisten jetzigen Bewohnern der Gegend neu und wurde von Vielen für die Wirkung eines Erdbebens gehalten, wovon es sich jedoch in vieler Beziehung wesentlich unterscheidet. Erdbeben wirken selten so heftig auf einen so beschränkten Raum, sie sind gewöhnlich viele Meilen weit gleichzeitig bemerkbar, aber ihre örtlichen Zerstörungen sind nur selten so beträchtlich. Auch ist die Art ihrer Wirkung eine ganz andere, als hier beobachtet worden. Die Erdschlüpfe von *Devon* sind lediglich dadurch zu erklären, dafs in nassen Jahreszeiten, wie es im Winter 1839 der Fall war, der lose Sand, welcher die Unterlage der festen, aber für Wasser auf vielen Klüften durchlässigen Felsdecke bildet, sich gänzlich voll saugte und dadurch theils von unzähligen Quellen ausgespült, theils zu einer nachgiebigen (schwimmenden) Masse erweicht wurde. Die Auswaschungen verursachten Höhlungen, die Höhlungen Einstürze in die erweichte Unterlage und diese eine heftige, mit Verschiebungen verbundene Bewegung des ganzen Küstenstriches, welche nicht eher nachliefs, als bis eine Art von Gleichgewicht wieder hergestellt war. Man könnte hier wohl sagen: der Erdschlüpf ist nicht durch ein Erdbeben veranlafst worden, aber er veranlafste eine Art von Erdbeben, wenigstens ein einigermafsen ähnliches Phänomen. Diese Erderschütterung aber läfst sich in keiner Weise einem echten Erdbeben gleich stellen, welches stets durch vulcanische Thätigkeit im Inneren der Erde verursacht wird und somit einen weit tieferen Ursprung hat. (Vergl. Conybeare and Dawson's *memoir and views of Landslips on the coast of east Devon*. 1840.) Etwas Aehnliches findet sich beschrieben in J. G. Kohl's Reisen in Südrufsland Th. 2. S. 73.

8) **Gletscher und Morainen.** — Gletscher entstehen in den hohen Gebirgen der gemäßsigten und kalten Zone durch Anhäufung und Zusammenschmelzen von Schnee Diese anfangs noch schneeartigen Eisanhäufungen — sogenannten Firnmassen — rücken allmählig in Schluchten und Thälern abwärts fort, entweder (nach Saussure) durch Druck von oben und durch Gleiten auf der schrägen Bodenfläche, auf welcher das Eis durch Erdwärme schmilzt, oder (nach Agassiz) durch allnächtliches Gefrieren des am Tage in die feinen Haarspalten des Eises eingedrungenen Wassers. Genug sie rücken nach den tieferen Theilen der Thäler so weit fort, bis die Wirkung des täglichen Abschmelzens am unteren Ende der des täglichen Vorrückens gleich wird. Einige Gletscher erlangen dadurch eine Länge von 5 bis 6 Stunden und reichen in der Schweiz bis zu 3000′ Meereshöhe zwischen Wälder, Wiesen und fruchtbare Felder herab. Durch dieses Fortrücken bewirken die Gletscher nicht nur merkwürdige polirte Schliffflächen auf ihrem Felsboden und an den Seitenwänden, sondern sie schieben auch grofse Massen von Steinblöcken, sogenannte Gandecken, Morainen, Steinwälle, deren Höhe 10 bis 150′ beträgt, an ihren Seiten und besonders am unteren Ende vor sich her.

Diese Morainen geben zugleich auf's Deutlichste Rechenschaft von dem Vor- und Rückschreiten der Gletscher in verschiedenen Epochen. Selten besucht man einen Gletscher, ohne schon in 1000 Schritt Entfernung und darüber mehre solche parallel hinter einander liegende Wälle überstiegen zu haben. Einige derselben sind entschieden sehr alt, und man kann das besonders aus der auf ihnen befindlichen Vegetation schliefsen. Die Morainen sind auch dem Geognosten merkwürdig wegen der Manchfaltigkeit der Gesteine, die in ihnen über einander geschüttet liegen, und aufser der unmittelbaren Beobachtung des Fortrückens beweist wohl nichts sicherer, dafs das Eis wirklich aus den höheren Gebirgsgegenden in die tieferen geschoben wird, als der Umstand, dafs sich unter den von den Gletschern abgeworfenen Steinen sehr viele finden, welche in den unteren Thalgegenden, wo wir sie jetzt auflesen, nicht anstehend vorkommen. Dieser Unterschied ist zuweilen sehr auffallend; so mündet der *Arveiron*-Gletscher im *Chamouny*-Thale hart neben einem steil aufsteigenden Kalksteinberge, der Gletscher aber wirft an seiner Moraine niemals Kalkstein, sondern immer nur Granit-, Gneifs- und Schieferstücke auf, welche in den hohen Thälern, aus denen er seinen Ursprung nimmt, am *Montanvert* u. s w. vorkommen. Saussure fand solche hergeschobene Granitstücke streifenweise nackt auf dem Kalksteine liegend, selbst an Stellen, welche mehr als 100′ über dem Niveau des *Arveiron*-Gletschers erhaben waren; er berichtet überhaupt, dafs die meisten Morainen, die er unter-

sucht hat, aus Gebirgsarten bestehen, welche nur in grofsen Höhen in entfernten Gebirgsthälern losgerissen worden sein konnten. (Vergl. Hoffmann's physikalische Geographie S. 261 u. f., Agassiz, Etudes sur les glaciers und Godeffroy, Notice sur les glaciers et moraines 1840.)

9) Transport durch Eisschollen. — In einem Berichte, welchen v. Baer 1839 der Petersburger Akademie vorlegte, sagt er: „Im vorletzten Jahre theilte ich der Akademie eine Notiz über zwei ansehnliche Geschiebe mit, die im Laufe dieses Jahrhunderts an der Küste von *Finnland* ihre Lagerstätte verändert hatten. Während einer kurzen Reise, die ich im vergangenen Sommer durch *Finnland* machte, überzeugte ich mich durch eigenen Anblick, dafs solche Translocationen dort keinesweges selten sind. Ein Granitblock, den man schon zu den sehr grofsen, ja fast zu den ungeheueren zählen kann, ist vom Eise über das Meer nach der Insel *Hochland* getragen worden und hat jetzt an der Ostküste dieser Insel zwischen zwei Dörfern seine Stellung eingenommen. Seine längste Dimension mag gegen 2 Klaftern, seine Höhe über eine Klafter betragen. Die Hochländer behaupten einstimmig, der Stein sei ein neuer und vor dem Eisgange des Frühlings von 1838 auf der Insel nicht bemerkt worden; das Eis habe ihn wirklich aus *Finnland* herüber getragen. Wäre er blos aus einer Gegend der hochländischen Küste in die andere versetzt worden, so würde das von den Bewohnern der Gegend nicht unbemerkt geblieben sein, da sie gewifs alle bedeutenden am Ufer liegenden Geschiebe ihrer kleinen Felseninsel unterscheiden Es ist bekannt, dafs auf den Eisfeldern der Polargegenden zuweilen grofse Felsblöcke gesehen worden sind, aber auch in unseren Breiten hat diese Wanderung durchaus nichts Unglaubliches oder auch nur Unwahrscheinliches, wenn man sich der Strenge des Winters von 1837 auf 1838 erinnert. Der *finnische Meerbusen* war über 2 Monate hindurch in seiner ganzen Breite mit Eis bedeckt, und ununterbrochen waren mehre Eiswege von *Finnland* nach *Esthland* wochenlang befahren worden. In dieser Zeit gewinnt das Eis schon eine bedeutende Dicke, und wenn es dann bricht und das Eisfeld, welches einen grofsen Block gefafst hat, eine ansehnliche Ausdehnung behält, bevor es strandet, so kann es den gröfsten Block in die weiteste Entfernung, in die es, ohne zu schmelzen gelangt, tragen. Der Block, von dem ich hier spreche, hatte den Strand nicht erreicht, sondern lag von ihm etwas entfernt im Wasser. Die Ankunft dieses Fremdlings war an sich den Hochländern keineswegs merkwürdig, sondern nur seine Gröfse. Sie versichern, dafs kleinere Blöcke am Ufer jährlich kommen und gehen. Diese Behauptung findet man auch sogleich einleuchtend, wenn man *Finnland* besucht hat, bei dessen Anblick sich dem Reisenden überall

die Spuren vorweltlicher Bewegungen deutlich darstellen und, wenn man an seiner Küste wie an den Inseln alle kleineren oder gröfseren Vorsprünge mit sehr gemischten Geröllablagerungen bedeckt sieht, welche nicht selten in Bewegung kommen. Des Reisenden ganze Aufmerksamkeit wird hier auf den Anblick der unzähligen und ungeheueren Geschiebe, auf ihre zuweilen höchst abenteuerliche Stellung und auf die sonderbare Furchung der anstehenden Felsmassen hingezogen. Für die Ansicht, welche früher wenigstens ihre Vertheidiger fand, dafs Wurfkräfte die Granitblöcke dislociren könnten, scheint ihr Lagerungsverhältnifs in *Finnland* durchaus nicht zu sprechen.

---

2. Die vulkanische Thätigkeit.

(Erdbeben und ihr Zusammenhang mit Vulkanen, vulkanische Ausbrüche, Erklärung der vulkanischen Thätigkeit, Vertheilung der Vulkane.)

Die vulkanische Thätigkeit wirkt gegenwärtig nicht so ununterbrochen und überall verbreitet wie das Wasser, zuweilen und örtlich aber um so gewaltsamer und auffallender auf die feste Erdrinde ein.

Es unterliegt keinem Zweifel mehr, dafs die eigentlichen **Erdbeben** zu den Aeufserungen der vulkanischen Thätigkeit des Erdkörpers gehören. Oft sind sie die Vorboten vulkanischer Ausbrüche, mit welchen sie dann endigen; immer werden sie von ungewöhnlicher Bewegung oder Aufregung derjenigen inneren Region unseres Erdkörpers herrühren, für welche die Vulkane als Verbindungswege mit der Oberfläche anzusehen sind. Die äufseren Erscheinungen der Erdbeben sind ungefähr folgende: Unregelmäfsigkeiten in dem Witterungsverlaufe der Jahreszeiten, welche den Stöfsen vorhergehen oder folgen; plötzliche Windstöfse, die von gänzlicher Windstille unterbrochen sind; heftige Regengüsse zu Jahreszeiten und in Gegenden, in welchen dergleichen ganz ungewöhnlich sind; ein Röthen der Sonnenscheibe durch starke Nebel; eine Entwickelung von elektrischer Materie oder von brennbarem Gase aus dem Boden (diese alle jedoch nicht so constant als die folgenden); unterirdisches Getöse, gleich dem von fahrenden Wagen oder von Entladungen von Geschützen, oder gleich entferntem Donner; Aeufserungen

der Unbehaglichkeit von Seiten der Thiere; ein Gefühl gleich der Seekrankheit und dem Kopfschwindel bei dem Menschen; wellenförmige Bewegungen des Bodens und plötzliche Stöfse in gewissen Richtungen. Welche gewaltsame Zerstörungen und Veränderungen in der Form der Erdoberfläche durch Erdbeben hervorgebracht werden, welche aufserordentliche Flächenausdehnung diese Erschütterungen des Bodens oft haben (Nr. 12.), kann im Allgemeinen als bekannt vorausgesetzt werden; wir machen hier nur auf einige besondere Erscheinungen aufmerksam, wodurch gar Vieles von Dem erklärt wird, was uns die Geognosie als Resultat vorhistorischer Erdbeben darlegt. Es sind diefs z. B. die durch jetzige Erdbeben veranlafsten Spalten (Nr. 11), die oft in unter sich paralleler Richtung den Boden weithin durchsetzen, während die durch sie getrennten Gebirgskörper zuweilen auf der einen Seite erhoben, auf der anderen wieder gesenkt wurden, wodurch nothwendig im Inneren Verwerfungen und zuweilen wohl auch Reibungsflächen bedingt sind, alles Erscheinungen, welche sehr häufig an den Gängen, namentlich an den Erzgängen wahrgenommen werden, die sich ebenfalls oft durch unter sich parallele Richtung auszeichnen. In der That, würden die Spalten eines Erdbebens statt, wie es jetzt gewöhnlich geschieht, mechanisch zuzurollen, auf irgend eine Weise durch krystallinische und erzhaltige Niederschläge erfüllt, so würden sie aufserordentlich den Erzgängen gleichen.

Ferner sind es die Erhebungen und Senkungen des Landes, welche durch Erdbeben veranlafst werden und die sich oft über grofse Landstriche erstrecken, wie wir an den Beispielen von *Chile* und *Italien* nachweisen werden. (Nr. 10 und 13.) Zuweilen treten aber auch nur einzelne Höhenzüge oder Berge aus dem flachen Lande, oder Inseln aus dem Meere hervor. Gewisse sehr allmählige Erhebungen und Senkungen des Landes erfolgen, wie es scheint, ohne Erdbeben, so die von *Skandinavien* und *Grönland* (Nr. 14.); dennoch glauben wir, sie ähnlichen inneren Ursachen zuschreiben zu müssen, die hier nur weniger plötzlich sich offenbaren.

Alle diese Hebungen und Senkungen des Landes, welche vor unseren Augen sich ereignen, tragen zu Erklärung des Umstandes bei, daſs man die vorhistorischen Meeresablagerungen der Flötzgebirge so häufig über dem Spiegel des Meeres findet, und unter demselben, auf der Stelle ihres Wachsthums lagernde Reste von Landpflanzen, und wenn auch diese vorhistorischen Erhebungen und Senkungen oft weit bedeutender gewesen sein müssen als die Resultate der heutigen Erdbeben, so ist doch kein Grund vorhanden, sie durchaus anderen Ursachen zuzuschreiben, zumal da die Reihenfolge aller Erscheinungen dafür spricht, daſs die Wirkungen der vulkanischen Thätigkeit überhaupt mit der Zeit immer geringer geworden sind. Wenigstens ist es ganz widernatürlich, anzunehmen, daſs das Meer einst unsere höchsten Berge in ihrem jetzigen Niveau bedeckt habe, weil man auf einigen derselben versteinerte Meeresmuscheln findet, und daſs es dann plötzlich wieder zu ungewöhnlicher Tiefe gesunken sei, um Landpflanzen tief unter dem jetzigen Meeresboden wachsen zu lassen, und so abwechselnd. Man fragt vergeblich: wo sollten diese immensen Wassermassen her und hin gekommen sein?

Die jetzigen Erdbeben, deren Wirkungen sich zuweilen gleichzeitig über mehre tausend Quadratmeilen erstrecken, und welche von den durch Bergschlüpfe, Versenkungen und dergleichen verursachten örtlichen Erdoberflächen-Erschütterungen wohl zu unterscheiden sind, endigen, wie erwähnt, oft mit dem Ausbruche irgend eines Vulkanes, welcher sich in dem Bereiche ihrer Thätigkeit befindet. Viele Erdbeben sind, nächst dem temporären Zurückweichen des Meeres und dem Versiegen der Quellen, durchaus nur als Vorboten vulkanischer Ausbrüche anzusehen.

Ein solcher sogenannter vulkanischer Ausbruch erfolgt dann in der Regel durch eine jener Oeffnungen, welche man Krater nennt; es sind dieſs gegen oben, auf der Höhe eines vulkanischen Berges trichterförmig endigende Kanäle, welche wahrscheinlich während der Ausbrüche eine unmittelbare Verbindung mit dem heiſsflüssigen Erdinneren herstellen, während sie im unthätigen Zustande der

Vulkane mehr oder weniger zurollen und nur noch Auswege für Dämpfe bleiben. Nur wenige Vulkane sind seit langer Zeit in ununterbrochener Thätigkeit, glühende Massen auswerfend, wie der *Stromboli*, der *Zibbel-teir* im *rothen Meere* u. s. w. Bei den meisten wechseln grofse Zwischenräume ziemlicher Ruhe mit um so heftigeren Ausbrüchen ab. Sie treten jedoch nur sehr selten in den Zustand vollkommener Ruhe, d. h. es strömen fortwährend Dämpfe und Gasarten durch ihren Krater aus, welche ein ewiges Rauchen des Berges verursachen. Krater, welche seit sehr langer Zeit keine heftigen Eruptionen gehabt haben, aus denen aber noch fortwährend allerhand Dämpfe ausströmen, nennt man Solfataren. Manchmal entstehen aber auch in vulkanischen Gegenden ganz neue Krater, vulkanische Berge oder Inseln, wie der *monte nuove* 1538, der *Jorullo* in *Mexiko* am 29. Septbr. 1759., die Insel *Ferdinandea* am 13. Juli 1831 u. s. w. (Nr. 15 und 16.)

Der vulkanische Ausbruch selbst besteht bei den bereits vorhandenen Vulkanen nach und unter donnerähnlichen oder brüllenden Detonationen im Inneren des Berges zuerst in einer Reinigung des Schlotes, d. h. glühende Schlacken und feine Theile derselben, »Asche,« werden aus dem Krater hoch in die Luft geschleudert; dabei flammen brennbare Gase unter heftigen Explosionen hoch auf und bilden auf diese Weise eine unermefsliche Feuersäule oder Feuergarbe, die sich aber in einer dunkeln Rauch- und Aschenwolke verliert, während einzelne glühende Steine weit zur Seite geschleudert werden. Nichts in der Natur ist grofsartiger als die Eruption eines Vulkanes zur Nachtzeit. Rings um die Feuersäule erzeugen sich in der Regel Gewitter und heftige Stürme, welche letztere den niederfallenden Aschenregen schon über 50 und bis gegen 100 Meilen weit geführt haben. Dieser bedeckt den Boden oft bis zu beträchtlicher Höhe und überschüttet ganze Gegenden. Wem wäre nicht die durch ihn bewirkte Verschüttung von *Pompeji* und *Herculanum* bekannt?

Es ist begreiflich, dafs solche Ereignisse nicht ohne bedeutende Veränderungen in der Form des Vulkans selbst vor-

über gehen können. Nach jedem Ausbruche ist der Anblick des vulkanischen Kegels gewöhnlich verändert. Sehr bekannt sind namentlich die Umgestaltungen, welche auf diese Weise der *Vesuv* erlitten hat. Das Ausschleudern lockerer Theile dauert oft viele Tage fort, während schon eine glühende Lavasäule im Inneren des Kraters langsam aufsteigt und ihr Wiederschein die dunklen Dampf- und Aschenwolken röthet, die sich wie der Gipfel einer Pinie von der hohen Säule ausbreiten. Den Schlufs der vulkanischen Eruptionen bilden in der Regel die Lavaergiefsungen, welche nur bei kleinen Vulkanen zuweilen oder immer über den Rand des oberen Kraters, gewöhnlich aber und bei den höchsten Vulkanen stets aus radial vom Krater aus aufreifsenden Spalten erfolgen und als glühende Bäche wie Feuerbänder den Berg herabströmen, während an ihrer Ausbruchsstelle sich ein neuer Eruptionskegel und oft auch ein kleiner Krater erzeugt. Oft reifsen die radialen Spalten im Verlaufe der Eruption immer weiter auf, die Lava tritt dann an immer tieferen Punkten hervor, und so sind zuweilen 5—6 oder mehr in einer Reihe über einer geradlinigen Spalte liegende Eruptionskegel am Abhange des Hauptvulkans entstanden. Wir glauben, die ausströmende Lava als eine Probe der obersten Region des heifsflüssigen Erdkernes ansehen zu können; jedenfalls ist ihre Bildung höchst lehrreich in Beziehung auf Entstehung vieler anderer Gesteine, worauf wir in einem folgenden Abschnitte zurückkommen werden. Die so überaus häufige Ausfüllung von Spalten durch Lavamasse entspricht ganz den zahlreichen Basalt-, Porphyr-, Grünstein- und Granitgängen.

Mit den Lavaergiefsungen schliefsen die Eruptionserscheinungen, die angespannten, gefahrdrohenden Dämpfe haben nun durch das natürliche Sicherheitsventil des Vulkans ihren Ausweg gefunden und dabei die heifsflüssige Lava mit emporgedrängt, welche jedoch längere Zeit braucht, um den Weg zurückzulegen, als die Dämpfe, die sich fortwährend zwischen ihr hindurch drängten. Die flüssige Säule sinkt dann wieder zurück, und der Krater verrollt, während die in den Spalten und Strömen zurückgebliebene

Lava erstarrt. Die meisten Vulkane sind aber, wie erwähnt, so constante Oeffnungen des Erdinneren, dafs sie nie ganz aufhören zu rauchen und allerhand Gase auszuathmen, namentlich Wasserdämpfe, Schwefelwasserstoffgas, Schwefeldämpfe, schwefeligsaure Dämpfe, Chlordämpfe, Kohlensäure etc. Viele dieser Gasarten wirken stark zersetzend auf das von ihnen in Klüften durchdrungene Gestein ein und verändern dasselbe in dem Grade, dafs sein ursprünglicher Zustand oft nicht mehr erkannt werden kann. Dabei finden Sublimationen (trockene Ansätze) von Schwefel, Salmiak, Kochsalz, Chloreisen, Chlorkupfer, Arsenik, Eisenglanz und dergleichen statt, die nicht nur die offenen Klüfte und freien Oberflächen, sondern auch die Blasenräume der Laven und anderer Gesteine bedecken und somit gute Analogieen zu den Kluft- und Mandelausfüllungen älterer Gesteine darbieten.

Die ausgeworfenen Schlacken, Bimssteine und Aschenmassen werden oft sogleich bei ihrem Niederfallen von den herabströmenden Gewitterfluthen aufgenommen und so, mit anderen losgerissenen, z. Th. durch Dämpfe stark zersetzten Gesteinstheilen vermengt, am Fufse des Berges abgelagert, wodurch einige der sogenannten vulkanischen Tuffarten (Trafs, Moja, Peperin und dergl.) entstehen, denen man die Mitwirkung des Wassers deutlich ansieht. Noch heftiger zeigen sich diese Wasserfluthen an den Vulkanen, welche, über die Schneegränze aufragend, vor der Eruption mit Schnee bedeckt waren, der dann plötzlich, in ungeheuerer Masse geschmolzen, als Wasser herabströmt.

Diefs ist ungefähr der gewöhnlichste oder mittlere Verlauf der vulkanischen Eruptionen; dabei ist aber wohl zu berücksichtigen, dafs nicht nur jeder Berg einen individuellen Charakter behauptet, sondern dafs auch die einzelnen Ausbrüche desselben Berges sehr verschieden sind. Es findet eine allmählige Stufenfolge statt zwischen den heftigsten Eruptions-Erscheinungen und den alltäglichen Ausströmungen von Gasen und Dämpfen, und durch diese wieder geht die vulkanische Thätigkeit zu den gewöhnlichen heifsen und Gasquellen über. Dazwischen liegt die wunderbare Erschein-

ung der Geiser und Schlammvulkane, welche jedoch von zu untergeordnetem Einflufs auf das Erdganze sind, als dafs sie hier einer ausführlichen Berücksichtigung bedürften.

Es ist schon erwähnt worden, wie unleugbar der innige Zusammenhang der eigentlichen Erdbeben mit der sogenannten vulkanischen Thätigkeit ist; beide sind zur Zeit auf gewisse Regionen des Erdkörpers vorzugsweise beschränkt, deren Gränzen namentlich Leopold v. Buch zu bestimmen gesucht hat. Die gleichzeitige Wirkung der Erdbeben über Flächenräume von mehren tausend Quadratmeilen beweist ihren aufserordentlich tiefen Sitz, und es ist sehr wahrscheinlich, dafs sie gröfstentheils durch zufälliges Eindringen des Wassers durch Spalten bis auf den feurigflüssigen Erdkern veranlafst werden. Die auf diese Weise entstehenden Dampfmassen erklären sehr gut jene wellenförmigen oder ruckweise stattfindenden Erschütterungen der Erdbeben, welche gewöhnlich so lange dauern, bis die Dämpfe den Kanal eines Vulkans als Ausweg erreicht haben, oder bis sie aus Spalten des erhobenen Landes entwichen sind. Da das versunkene Wasser in der Regel Meerwasser gewesen sein wird, so erklären sich dadurch zugleich mancherlei Sublimationsproducte der Vulkane, besonders das Kochsalz. Das Hervorpressen der Lava aber durch den einmal geöffneten Krater kann sehr wohl durch Dämpfe veranlafst werden, welche nicht sogleich den offenen Weg finden und zwischen der Lavasäule sich empordrängen. Ist diese Hypothese die richtige Erklärung der vulkanischen Thätigkeit, so wird die Verbreitung der Vulkane und Erdbeben und ihre Häufigkeit von der mehr oder weniger leichten Gelegenheit abhängen, mit welcher Wasser zu dem heifsflüssigen Erdkerne eindringen kann, und obwohl keineswegs immer eine grofse Nähe des Meeres hierzu nöthig ist, so ist es doch gewifs auffallend, dafs die meisten thätigen Vulkane dem Meere ziemlich nahe liegen.

Die einmal vorhandenen Verbindungswege werden selten ganz aufgehoben, nnd defshalb kommt auch die Thätigkeit der meisten Vulkane selten ganz zum Erlöschen. Aber neue Spalten können geöffnet, neue Vulkane bedingt wer-

den. Die ersten Ursachen der Spaltenbildung können theils Abkühlung und Zusammenziehung der festen Rinde, theils und häufig aber auch kosmische sein, d. h. der ungleiche Druck des flüssigen Erdkernes auf seine Decke, welcher Spalten veranlafst, wird durch Anziehung anderer Weltkörper, der Sonne, des Mondes u. s. w., veranlafst. Diese innere Ebbe und Fluth hat schon, bevor es Wasser auf der Erde gab, den flüssigen Kern durch die feste Hülle geprefst und kann wohl auch noch jetzt manche Hebungen und Senkungen des Landes, welche nicht von erschütternden Bewegungen begleitet sind, unmittelbar bewirken.

Die gegenwärtigen Vulkane werden von L. v. Buch ihrer gegenseitigen Stellung nach, in Centralvulkane und Reihenvulkane eingetheilt. Jene bilden allemal den Mittelpunkt einer grofsen Menge fast gleichmäfsig nach allen Seiten hin wirkender Ausbrüche, z. B. der *Aetna*, die *liparischen Inseln*. Diese, die Reihenvulkane, liegen in einer Reihe hinter einander, oft nur wenig von einander entfernt, wie Essen auf einer grofsen Spalte, z. B. die Vulkane der *Andeskette* in *Chile*, die der *griechischen* Inseln u. s. w.

Beispiele.

10) **Erdbeben in Chile.** — Am 19. Nov. 1822 wurde die Küste von *Chile* durch ein sehr zerstörendes Erdbeben heimgesucht; der Stofs wurde gleichzeitig in einer nordsüdlichen Längenerstreckung von 240 Meilen wahrgenommen. *St. Jago*, *Valparaiso* und einige andere Orte wurden gröfstentheils zerstört. Als man die Umgegend von *Valparaiso* am Morgen nach dem Erdbeben untersuchte, fand man, dafs die ganze Küste auf mehr als 20 Meilen Länge über ihr früheres Niveau emporgehoben worden war. Zu *Valparaiso* betrug die Emporhebung 3 und zu *Quintero* 4 Fufs. Ein Theil des ehemaligen Meeresbettes blieb mit den darauf liegenden Muscheln und Fischen bei der höchsten Fluth trocken und die darauf verwesenden Organismen entwickelten sehr schädliche Dünste. Ein altes Schiffswrack, dem man sich vorher nicht hatte nähern können, war nun vom Lande aus zugänglich, obgleich sich seine Entfernung von der früheren Meeresküste nicht verändert hatte. Man bemerkte, dafs das zum Betriebe einer nicht ganz eine halbe Stunde vom Meere entfernten Mühle, angewendete Wasser auf

einer Strecke von höchstens 150 Schritten Länge 14 Zoll an Fall gewonnen hatte, und aus dieser Thatsache zog man mit Recht die Folgerung, dafs die Erhebung im inneren Lande zum Theil weit beträchtlicher gewesen war als an der Küste. Ein Theil der emporgehobenen Küste besteht aus Granit oder Syenit, in welchem parallele Spalten entstanden, von denen man einige 1½ Meile landeinwärts verfolgen konnte Kegelförmige, ungefähr 4′ hohe Erdhaufen wurden in einigen Gegenden durch das mit Sand vermengte Wasser, mittels trichterförmiger Oeffnungen aufgeworfen.

Die Oberfläche, über welche sich die permanente Niveauveränderung ausdehnte, wurde auf 100000 englische Quadratmeilen geschätzt. Man hat angenommen, dafs die ganze Gegend von dem Fufse der *Anden* bis auf eine weite Strecke in das Meer hinein emporgehoben worden sei, und dafs die gröfste Hebung etwa in der Entfernung einer Stunde von der Küste 6 bis 7 Fufs betragen habe. Die Erdstöfse dauerten übrigens vom 19. Nov. 1822 bis zum Ende Septembers des nächsten Jahres fort; selten vergingen in dieser ganzen Zeit ein paar Tage ohne einen Stofs, und zuweilen wiederholten sich 2 bis 3 in 24 Stunden. Mistrefs Graham bemerkte nach diesem Erdbeben, dafs aufser der neuerlichsten Erhebung an der *chilenischen* Küste sich verschiedene ältere emporgehobene Strandlinien finden, welche z. Th. 50 Fufs über dem jetzigen Meeresspiegel liegen. (Vergl. Lyell, *princ. of geol.* Vol. I. C. 23. Meyen's Reise um die Erde B. I. S. 208.)

11) Erdbeben in der Walachei. — Sehr lehrreich durch Bildung von gröfstentheils parallelen Spalten und Verwerfungen und durch partielle mechanische Ausfüllung der Gangspalten von unten nach oben war das Erdbeben, welches am 11. Januar 1838 einen Theil der *Walachei* erschütterte. In diesen Gegenden besteht nämlich der Boden aus Diluvialgebilden und Molasse, in welcher letzteren undurchlässige Thonschichten das von den Karpathen kommende unterirdische Wasser in lockeren sandigen Schichten gespannt erhalten. Dieses Wasser drang nun in den durch das Erdbeben gebildeten Spalten mit grofser Gewalt empor und führte eine Menge Sand und Grus mit sich, welcher theils über den Oeffnungen zu kegelförmigen Hügeln aufgehäuft wurde, theils bei nachlassendem Druck die Spalten selbst erfüllte. (Vergl. Schüler's Bericht, Bukarest 1838.)

12) Ausdehnung des Erdbebens von Lissabon. — Das fürchterliche Erdbeben, welches am 1. Nov. 1755 mit der Zerstörung von *Lissabon* begann, wurde gleichzeitig fast durch ganz *Europa* bis *Norwegen* hinauf, an der Nordküste *Afrikas*, ja sogar auf einigen *westindischen Inseln* und dazwischen an vielen Punkten des Meeres, wo sich gerade Schiffe befanden, wahrgenommen.

Während es zu *Lissabon* die Stadt zerstörte, den neuen Quai über 600′ tief unter das Meer versenkte, die Gipfel der benachbarten Berge spaltete u. s. w., offenbarte es sich in dem übrigen *Europa* u. s. w. durch merkbare Erschütterungen, sowie durch sonderbare Einwirkungen auf mehre Mineralquellen und Landseen.

13) Niveauveränderungen der Gegenden von Puzzuoli in Italien. — Der berühmte Tempel des Jupiter Serapis bei *Puzzuoli* in der Bai von *Bajae* giebt durch sich allein den unwiderleglichen Beweis, dafs in jener Gegend seit der christlichen Zeitrechnung das relative Niveau des Landes und Meeres sich zweimal verändert hat, und jede dieser Bewegungen, sowohl die Hebung als die Senkung, hat mehr als 20 Fufs betragen. Dazu müssen wir bemerken, dafs eine geologische Untersuchung der Küste in der Bai von *Bajae*, sowohl nördlich, als südlich von *Puzzuoli* durch alte Küstenlinien, Muschelbänke und vom Meere abgesetzte Schichten, welche Bruchstücke alter Gebäude enthalten, die genügendste Ueberzeugung von einer in historische Zeiten fallenden Hebung von wenigstens 20′ und an einem Punkte von mehr als 30′ giebt, eine Ueberzeugung, welche eben so vollständig sein würde, wenn auch jener Tempel bis jetzt noch nicht entdeckt worden wäre; denn annehmen zu wollen, dafs das Meer 20 bis 30′ gesunken sei, seitdem die Küsten von *Campanien* mit kostbaren Gebäuden bedeckt sind, würde eine gänzlich unhaltbare Hypothese sein. Die Beobachtungen, welche man an vielen von den Römern angelegten Werften und Häfen des mittelländischen Meeres gemacht hat, liefern vielmehr den Beweis, dafs in diesem Meere in den letzten 2000 Jahren keine bemerkbare Veränderung des Wasserstandes eingetreten ist.

Als man im Jahre 1750 die Ueberreste des erwähnten Tempels bei *Puzzuoli* ausgrub, fand man den Fufsboden dieses von Corelli später für ein Badehaus erklärten Gebäudes noch erhalten, und der ursprüngliche Plan desselben konnte gänzlich erkannt werden; es war von viereckiger Gestalt, hatte 70′ Breite, und das Dach wurde von 46 schönen, 42′ hohen Säulen getragen, von denen 24 aus afrikanischem Granit, die übrigen aus Marmor bestanden. An den drei noch stehenden Marmorsäulen sind nun die Merkmale jener bedeutenden Niveauveränderungen mit sehr deutlichen Lettern von der Natur selbst eingegraben worden. Diese Säulen sind nämlich bis zu einer Höhe von 12′ über dem Sockel unbeschädigt, darüber aber befindet sich eine 9 bis 12′ hohe Zone, innerhalb welcher sie von Bohrmuscheln (*Modiola lithophaga* Lam.) durchbohrt sind, die zuweilen noch in den Höhlungen gefunden werden. Ueber dieser Zone sind die Säulen wieder glatt. Der Fufsboden des Gebäudes liegt jetzt ungefähr einen Fufs unter dem Niveau des hohen Meerwasserstandes, der obere

Theil der Durchbohrungen befindet sich daher wenigstens 23′ über demselben, und es ist ganz klar, dafs die Säulen lange Zeit hindurch aufrecht stehend im Salzwasser befindlich gewesen sein müssen, um den Bohrmuscheln zugänglich zu werden. Da nun nicht anzunehmen ist, dafs man einen Tempel oder irgend ein Gebäude nur 100′ von der Küste entfernt mit seinem Boden 1′ tief unter das Niveau des Meeres gebaut haben werde, so geht aus diesem Allen deutlich hervor, dafs die Küste hier seit der Erbauung des Tempels zuerst um mehr als 23′ niedergesunken, dann aber, nachdem sie lange Zeit in dieser Stellung verblieben, gerade um 23′ wieder emporgehoben worden ist.

Diese Senkungen und Hebungen sind offenbar Resultate von Erdbeben, und zwar scheint die letztere mit der Entstehung des *monte nuovo* im September 1538 zusammenzufallen, welche nach alten Beschreibungen mit heftigem Erdbeben und einem Zurückweichen des Meeres verbunden war. Die Senkung kann nach den in dem Atrium des Gebäudes gefundenen Inschriften nicht wohl vor dem dritten Jahrhundert erfolgt sein und fällt vielleicht mit dem Ausbruche der *Solfatara* im J. 1198 zusammen. Da man aber durch Nachgrabungen 5′ tief unter dem jetzigen Marmorfufsboden einen anderen kostbaren Mosaikfufsboden gefunden hat, so geht daraus deutlich hervor, dafs eine frühere Senkung schon einmal die Erhöhung des Fufsbodens nöthig gemacht hat. (Vergl. Lyell, *princ. of geology* Vol. I. Cap. 25.)

14) Langsame Hebung und Senkung des Landes — Vor länger als einem Jahrhunderte hat der schwedische Naturforscher Celsius die Behauptung ausgesprochen und durch viele Thatsachen zu beweisen gesucht, dafs der Spiegel der *Ostsee* und des ganzen nördlichen Oceans im allmähligen Sinken begriffen sei. Es ist diefs ein ganz allgemeiner Glaube der Küstenbewohner *Schwedens*, weil sie täglich sehen, dafs die alten Wasserstandszeichen vom Meeresspiegel nicht mehr erreicht werden und um so höher darüber liegen, je älter sie sind, dafs Klippen, die früher bedeckt waren, immer mehr hervortreten, dafs deutliche Küstenbildungen des Meeres, Auswaschungen, Muschelbänke u. dergl. jetzt auf dem Lande liegen, und dafs alte Gebäude, die offenbar dicht an das Ufer gebaut worden sind, jetzt weit davon entfernt stehen und deshalb ihrem Zwecke z. Th. nicht mehr entsprechen. Diese Thatsachen sind unleugbar, ihre richtige Deutung wurde aber erst zu Anfang dieses Jahrhunderts in England durch Playfair und in Deutschland durch L. v. Buch ausgesprochen. Da nämlich das Zurückweichen des Meeres nicht überall gleich grofs ist und an den benachbarten Küsten *Dänemarks* schon durchaus nicht mehr beobachtet wird, so kann ein Sinken des Meeresspiegels, welches ganz allgemein und überall gleichförmig sein würde, nicht die Ur-

sache davon sein. L. v. Buch sprach deshalb nach seiner Rückkehr aus *Skandinavien* 1807, ohne mit Playfair's gleicher Ansicht bekannt zu sein, die Ueberzeugung aus, dafs das ganze Land von *Friedrichshall* in *Schweden* bis nach *Åbo* in *Finnland* und vielleicht bis *Petersburg* in langsamen und für jeden Zeitmoment unmerklichem Emporsteigen begriffen sei.

Der englische Geolog Lyell, welcher diese Behauptung bezweifelte, untersuchte deshalb die betreffenden Küstenstriche im J. 1834 mit der gröfsten Sorgfalt selbst und überzeugte sich dadurch auf das Vollkommenste von der wirklich stattgehabten und höchst wahrscheinlich noch fortdauernden allmähligen Erhebung des Landes. In seinem ausführlichen Berichte über die Sache, welcher in den *Philosophical transactions* für 1835 abgedruckt und in Poggendorff's Annalen d. Ph. und Chem. 1836 B. 38. übersetzt wurde, hat er eine solche Menge aufserordentlicher und vortrefflich beobachteter Thatsachen niedergelegt, dafs nun Niemand mehr an der allmähligen Erhebung des untersuchten Landstriches zweifeln darf. Zugleich berichtete Lyell bei dieser Gelegenheit auch über Spuren einer früheren temporären Senkung des Landes, welche durch eine Fischerhütte dargethan wurde, deren Boden sich bei Grabung eines Kanales vom *Mälarsee* nach der *Ostsee*, 60′ dick mit deutlichen Meeresschichten bedeckt, jetzt aber wieder über das Niveau des Meeres erhoben fand. Die langsame Hebung selbst scheint in den letzten 100 Jahren an einigen Orten etwa 1 Fufs, an anderen gegen 2 Fufs, nach Hallström sogar bis über 4 Fufs betragen zu haben, und ähnlich für mehre Jahrhunderte rückwärts. Es finden sich jedoch Meeresproducte der Jetztwelt 100′ und selbst 600′ über dem gegenwärtigen Meeresspiegel, welche wohl ein theilweise schnelleres Emporsteigen voraussetzen lassen.

So wie von *Skandinavien* und *Finnland* die fortdauernde Erhebung, so ist von *Grönland* das fortdauernde allmählige Sinken durch mehre Thatsachen nachgewiesen, und ähnliche Vorgänge scheinen auch noch in anderen Erdgegenden stattzufinden.

15) Entstehung der Insel Ferdinandea. — Etwa 8 Meilen von *Sciacca* an der sicilischen Küste entfernt, erschien im J. 1831 mitten im Meere eine neue vulkanische Insel. Ihrer Erscheinung unmittelbar vorher gingen einige nicht sehr bedeutende Erdstöfse, welche 5 Tage lang v. 28. Juni bis zum 2. Juli die Bewohner von *Sciacca* in Schrecken setzten. Man ahnte damals durchaus nicht die Bedeutung dieser Erdstöfse; nach dem letzten derselben begann indefs wahrscheinlich der Ausbruch, welcher die neue Insel erzeugte, auf dem Meeresgrunde an einer Stelle, welche nach zuverlässigen Angaben etwa 600 bis 700′ tief war. Das erste Erscheinen der dadurch erzeugten Beunruhigung an der Ober-

fläche des Meeres war bereits am 8. Juli durch ein vorüber segelndes Schiff wahrgenommen worden; man beschrieb dieselbe wie das Erheben einer grofsen Wassermasse, welche unter donnerähnlichem Getöse etwa zehn Minuten lang aufwärts sprudelte und dabei eine Höhe von 80 bis 90′ erreichte. Sie sank dann nieder und wiederholte sich auf derselben Stelle in unregelmäfsigen Zeitabständen von 15, 22 bis 30 Minuten, während sich aus ihr eine dicke Rauchwolke entwickelte, welche den ganzen Horizont einhüllte. Die Aufregung des Meeres in der Umgebung war sehr grofs; viele todte Fische schwammen umher.

An der Küste von *Sicilien* sah man am Morgen des 12. Juli zuerst eine grofse Menge kleiner fein poröser Schlackenstückchen umher schwimmen, welche ein frischer Südwestwind herbei trieb. Man roch gleichzeitig auffallenden und lästigen Schwefelwasserstoffgas-Geruch. Am 13. Juli mit Tagesanbruch sah man am Meereshorizont eine hoch aufsteigende Rauchsäule und am Abend eine Feuererscheinung in derselben, welche die Bewohner von *Sciacca* nicht mehr zweifeln liefs, dafs ein vulkanischer Ausbruch sich ereignet habe. Von Zeit zu Zeit hörte man ein donnerähnliches Getöse herüber tönen. Friedrich Hoffmann, welcher, damals gerade in *Sicilien* anwesend, sich am 24. Juli der Eruption zur See bis auf eine Viertelstunde näherte und dem wir schon das Obige entlehnten, beschrieb die ganze Erscheinung ferner, wie folgt: Wir sahen deutlich, dafs die hervorgetretene noch flache schwarze Insel den Rand eines kleinen Kraters von etwa 600′ im Durchmesser bildete, welcher in fortwährenden Ausbrüchen begriffen war und sich dadurch sichtlich immer höher und höher hervorarbeitete, indem die ausgeworfenen Massen sich regelmäfsig und nur durch die Windrichtung modificirt um ihn aufschütteten. Aus der Mündung dieses Kraters stiegen zunächst ununterbrochen und mit grofser Heftigkeit, doch geräuschlos, grofse Ballen von schneeweifsen Dämpfen auf. Sich aneinander kettend und einander durchrollend, bildeten dieselben eine besonders im Sonnenschein überaus prächtige, glänzende Säule, deren Erhebung über das Meer wir mit Wahrscheinlichkeit auf 2000′ schätzten. Durch diese geräuschlos stets emporwirbelnde Rauchsäule schossen dann und wann schnell vorübergehend schwarze Schlackenwürfe, welche die Dampfwolken manchfach durcheinander rollten; das Prachtvollste der ganzen Erscheinung zeigte sich in den von Zeit zu Zeit erfolgenden heftigeren Ausbrüchen schwarzer Schlacken-, Sand- und Aschenmassen. Unmittelbar unter und neben der weifsen Rauchsäule erhob sich dann furchtbar drohend oft bis zu 600′ hoch und darüber eine dichte schwarze Rauchsäule, welche an ihren oberen Enden sich garbenförmig ausbreitete. In derselben war ein ununterbrochenes heftiges Ar-

beiten der stets von Neuem wieder hervorgeschleuderten Sand-, Aschen- und Steinmassen bemerkbar, welche zu Tausenden an ihrem Umfange rings umher flogen und herab stürzten. Jeder Stein, welcher durch den erhaltenen Schwung etwas weiter flog als die Hauptmasse, führte einen Schweif schwarzen Sandes hinter sich her, und es entstanden dadurch merkwürdig strahlenförmige Gruppirungen, wie Raketenbüschel von dunkler Farbe, oder wie Cypressenzweige, welche einen unbeschreiblich schönen Anblick gewährten. Während der ganzen Dauer dieses drohenden Phänomens zischte das Meer von den zahlreichen in dasselbe niederfallenden, offenbar stark erhitzten Sand- und Aschenmassen; weiſse Dampfwolken stiegen rings aus demselben empor und entzogen bald die Insel unseren Blicken. Inzwischen lieſs sich ein Platzen und Rasseln der in der Luft aneinander schlagenden Steine und ein Rauschen wie das eines niederfallenden Hagelschauers oder heftigen Regengusses vernehmen. Keine Flammen fuhren aus dem Krater, und kein Leuchten war in demselben erkennbar, dagegen sah man in den Augenblicken hoher Steigerung des Auswurfes eine groſse Zahl von oft hell leuchtenden *Blitzen* durch die schwarze Aschensäule hin- und herzucken, und einem jeden derselben folgte deutlich ein lauter und lange anhaltender Donner, welcher, von fernher gehört, oft ein gleichförmig fortrollendes Getöse zu sein schien. So dauerte diese majestätische Erscheinung wechselnd oft nur 8—10 Minuten und selbst bis nahe an eine Stunde lang ununterbrochen fort, dann verschwand sie, und es trat eine minder lange Periode der Ruhe ein, während welcher nur das Ausstoſsen der Dampfballen fortdauerte.

Diese Reihenfolge von Ausbrüchen schüttete die neue Insel, welche man unter anderen mit dem Namen *Ferdinandea* belegte, in kurzer Zeit bis zur Höhe von etwa 200′ über dem Meere und bis zu dem Umfange von einer Viertelstunde auf, und nachdem sie immer schwächer und schwächer geworden waren, endigten sie am 12 August, etwa einen Monat nach ihrem Anfange. Die neue Insel konnte nun gefahrlos betreten und von den Engländern in Besitz genommen werden; doch übten die Wellen des Meeres an den überall frei aus ihnen hervorragenden lockeren Sand- und Schlackenbergen so wirksam und sichtlich ihre zerstörende Kraft, daſs schon im December desselben Jahres nichts mehr von der Insel zu sehen war. Später blieb nicht einmal eine die Schifffahrt störende Sandbank zurück, obwohl am 16. Mai 1833 an derselben Stelle neue, aber spurlos vorübergegangene Ausbrüche begonnen haben sollen.

Diese anziehende Schilderung Friedrich Hoffmann's schien ganz geeignet, ein Miniaturbild von den zuweilen ungleich groſsartigeren Ausbrüchen der italienischen Vulkane zu geben,

welche oft genug in Lehrbüchern und Zeitschriften beschrieben worden sind. Bei ihnen steigt die Auswurfsgarbe manchmal zu weit beträchtlicheren Höhen und ist mit lebhafteren Feuererscheinungen verbunden. Die feurige Garbe des *Vesuvs* soll 1775 über 3000′ Höhe erreicht, und der *Aetna* soll zuweilen Steine bis zu 6600′ Höhe geschleudert haben. Ein anderer wesentlicher Unterschied der geschilderten kleinen Eruption beruht in dem Mangel einer Lavaergiefsung. Hätte eine solche auf dem neuen Inselvulkane stattgefunden, so würde er dadurch wahrscheinlich vor dem gänzlichen Wegspülen durch Meereswogen geschützt worden sein. *Ferdinandea* scheint, wie die im J. 1783 an der Küste Islands für kurze Zeit sichtbare Insel, eine von den nicht durch Erhebung des Bodens, sondern nur durch Anhäufung vulkanischer Auswürflinge entstandenen Inseln gewesen zu sein; deshalb kann sie nicht mit jenen wahren Erhebungsinseln verglichen werden, die ebenfalls durch vulkanische Thätigkeit in historischer Zeit emportraten, aber aus älteren, zuweilen nicht einmal vulkanischen Gesteinen bestehen. Solche dauernde Inseln sind z. B. in dem Golf von *Santorin* und in der Nähe der ebenfalls vulkanischen Insel *Umnak* (zu den *Aleuten* gehörig) bekannt.

16) Entstehung des Jorullo. — Ein anderes Beispiel von einem sehr grofsen und eigenthümlichen vulkanischen Ausbruche, bietet die Entstehung des *Jorullo* in *Mexico* im J. 1759 dar. Im Juni jenes Jahres liefs sich in der damals ebenen und fruchtbaren Gegend ein entsetzliches unterirdisches Brüllen hören, von häufigen Erdstöfsen begleitet; diefs dauerte über 50 Tage lang, bis endlich im September Flammen aus der Erde emporkamen und Bruchstücke von glühenden Felsen zu einer ungeheueren Höhe emporgeschleudert wurden. Sechs aus Schlacken und Lavatrümmern bestehende und ähnliche Producte um sich her schleudernde vulkanische Hügel wurden in einer Linie auf einer Spalte gebildet, die sich von NNO. nach SSW. erstreckte. Der letzte von diesen Kegeln war 300′ hoch, und *Jorullo*, der Centralvulkan, erhob sich in dieser kurzen Zeit 1600′ über die Ebene. Aus ihm ergossen sich mächtige Lavaströme mit eingeschlossenen Bruchstücken älterer Gesteine, und diese Ausbrüche hörten erst im Februar 1760 auf. Alexander v. Humboldt, der den Berg 43 Jahre später besuchte, hörte von den Indianern, dafs, als sie lange nach der Katastrophe zurückkehrten, sie den Boden wegen der ungeheueren Hitze unbewohnbar fanden. Rings um den Fufs der Kegel und von ihnen, als einem Mittelpunkte, aus über einen Raum von 4 Quadratmeilen war der Boden um 550′ in convexer Gestalt erhöht; zwei kleine Flüsse waren verschwunden, sie verloren sich unter dem östlichen Ende dieser Erhöhung und schienen auf der Westseite als heifse Quellen wieder hervorzutreten. Die Tem-

peratur dieser gewölbten Erhöhung, des sogenannten „*Malpais*," war 1803 noch sehr heifs, und in einigen Spalten konnten damals noch Cigarren angezündet werden. Auf dem *Malpais* erhoben sich aufser den 6 gröfseren Tausende von nur 6 bis 9′ hohen, aus Lavakugeln bestehenden Kegeln, sogenannte *Horritos* (Oefen), die nebst grofsen, die Oberfläche durchsetzenden Spalten Wolken von schwefelsaueren und Wasserdämpfen ausstofsen. Von Einigen (z. B. v. Buch u. s w.) wird das *Malpais* für eine blasenartige Auftreibung, von Anderen (z. B. von Lyell) für eine grofse Anhäufung von Lavamasse gehalten. (Vergl. Lyell, *princ. of geol. V. I. C.* 21.)

17) Lavaströme auf Island. — Ein Beispiel von aufserordentlichen Lavamassen lieferte der Ausbruch des *Skaptaar Jökul* auf *Island*, welcher im J. 1783 nach heftigem Erdbeben erfolgte. Zwei ungeheuere Lavaströme ergossen sich von dem Berge aus in entgegengesetzter Richtung, der eine erreichte eine Länge von 11, der andere von beinahe 9 geographischen Meilen. Dabei betrug die gewöhnliche Breite dieser Ströme 1 bis 3½ geogr. Meilen und ihre mittlere Dicke 100′, letztere stieg aber in den Engpässen, durch welche sie passirten, bis zu 600′. Gleichzeitig warf der unweit der Küste neu entstandene, aber bald nachher wieder verschwindende Inselvulkan *Nye Oe* so viel Bimsstein aus, dafs das Meer auf eine Distanz von 30 Meilen dicht damit bedeckt war und die Schiffe dadurch in ihrem Laufe gehindert wurden. Auch Island selbst wurde über und über von einem Aschenregen bedeckt, der z. Th. von dem Hauptkrater des Vulkans, z. Th. von drei neuen Eruptionskegeln ausging, die sich auf einer Spalte in gerader Linie zwischen dem *Skaptaar Jökul* und der neuen Insel gebildet hatten.

18) Aschenregen. — Die Entfernung und die Quantität, in welcher vulkanische Asche fortgetrieben wird, ist in der That oft ganz bewunderungswürdig. So erzählt Procopius, dafs bei einem Ausbruche des *Vesuvs* im J. 472 n. Chr. die Asche von diesem Berge bis nach *Konstantinopel* geflogen sei. Im J. 1794 trug sie der Wind, wie Hamilton berichtet, bis nach *Apukir* in *Calabrien*, 50 Stunden weit. Als im April 1815 der Vulkan von *Sumbava* ausbrach, verbreitete sich die Asche bis nach *Celebes*, und im östlichen *Java* fiel sie bei 60 bis 70 Meilen Entfernung zu einer Höhe von 8 Zoll nieder. (Vergl. Hoffmann's Geschichte der Geognosie S. 503.)

3. Die Einwirkungen der Luft
(Oxydation, Verwitterung, Verbrennung, Winde)

auf den festen Erdkörper sind zwar eben so allgemein und ununterbrochen, aber weit weniger auffallend und mächtig als die des Wassers. Die Luft wirkt besonders in Verbindung mit Wasser chemisch auf viele Gesteine, indem sich der Sauerstoff derselben mit gewissen Bestandtheilen der letzteren verbindet und dadurch entweder Zersetzung — Verwitterung — der ganzen Oberfläche, oder nur höhere Oxydation beigemengter Metalloxyde bewirkt. Diese Zersetzung ist zuweilen mit Erwärmung verbunden und steigert sich sogar örtlich bis zur Verbrennung von Kohlenlagern (Nr. 19).

Heftiger als die atmosphärische Luft, aber mehr local, wirken auf diese Weise gewisse Gasarten, welche theils frei, theils mit Mineralwässern verbunden, dem Erdinneren entströmen, namentlich das kohlensauere Gas; diese Erscheinungen sind jedoch schon bei Besprechung der vulkanischen Thätigkeit berührt worden.

Mechanisch wirkt die Luft durch Winde, Orkane und Wirbelwinde. Die unmittelbar durch sie hervorgebrachten Veränderungen sind aber im Allgemeinen als untergeordnet anzusehen und beschränken sich auf bereits lockere Theile. Am bedeutendsten sind sie in den grofsen Sandwüsten der warmen Klimate, deren Masse dadurch ähnlich wie das Meer bewegt und weit fortgeführt oder zu Hügeln aufgethürmt wird, was unter anderen mehre durch angewehten Sand begrabene Pyramiden Aegyptens beweisen, die man schon insgesammt für Mauern, gegen das Fortrücken der Sandwüsten aufgebaut, hat ausgeben wollen. Auch in den lockeren Sandgegenden der *Mark Brandenburg* und an den Dünen *Dänemarks* vermag der Wind oft beträchtliche Oberflächenveränderungen hervorzubringen. Allgemeiner und mächtiger noch sind die mittelbaren Wirkungen des Windes durch den Wellenschlag — die Brandung — des Meeres und der Landseen. Wahrscheinlich werden auch die immerwährenden

Schwankungen des Luftdruckes, wenn auch für unsere Wahrnehmung unmerklich, zerstörend auf die feste mineralische Erdkruste einwirken, weil dadurch ein ewig wechselnder Widerstand und folglich die Tendenz zu einer Bewegung der Atome bedingt wird.

Wollte man hierher die atmosphärischen oder aus der Luft herab wirkenden Phänomene überhaupt rechnen, so würden noch die Gewitter, die Wasserhosen, die Meteorsteinfälle u. s. w. zu nennen sein. So verwüstend dergleichen atmosphärische Ereignisse auf die Kultur der Erdoberfläche einzuwirken vermögen, so können wir ihnen doch nur einen höchst untergeordneten Einfluſs auf die Ausbildung ihrer inneren Natur zugestehen. Dabei ist es überdieſs sehr auffallend, daſs noch nie die Wirkung eines antediluvianischen Blitzes oder Meteorsteinfalles beobachtet worden ist, obgleich man schon häufig im losen Sande sogenannte Blitzröhren (Fulguriten), röhrenförmige Zusammenschmelzungen des Sandes durch gegenwärtige Blitze, gefunden hat. Es würde voreilig sein, daraus sogleich auf eine andere Thätigkeitsweise der vorweltlichen Elektricität zu schlieſsen, sowie auch das Fehlen der Meteorsteine in älteren Gebirgsschichten uns noch nicht berechtigen kann, sie als nur der neuesten Erdbildungsepoche angehörig zu betrachten, zumal da sie wahrscheinlich zu den Zuflüssen gehören, welche der Erdkörper aus der im Bereiche unseres Sonnensystems vertheilten, ursprünglichen Materie der Planeten noch erhält, einer Materie, die überraschend mit der Zusammensetzung mancher Gesteine übereinstimmt.

Beispiele.

19) Erdbrände. — In den Kohlengruben zwischen *Altsattel* und *Falkenau* in *Böhmen* wechseln, wie in manchen anderen Gegenden, mit den Braunkohlenlagern Thonschichten, in welchen sehr kleine Eisenkieskrystalle durch die ganze Masse vertheilt sind. Werden diese Schichten, wie es auf den Halden bei *Altsattel* geschieht, der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt, so beginnt eine schnelle, mit starker Erhitzung verbundene

Zersetzung der feinen Kiestheilchen (Alaunerzeugung), welche oft einen so hohen Temperaturgrad erzeugt, daſs Feuererscheinungen eintreten, und die ganze Masse zu verschlacken beginnt. Auf diese Weise entstehen dort blos dadurch, daſs kieshaltiger Thon an der Luft liegt, wahre Erdschlacken. Wo nun diese sich selbst entzündenden Schichten mit Kohlen wechseln und durch irgend ein Ereigniſs mit der atmosphärischen Luft in Berührung gebracht werden, da entstehen sehr leicht sogenannte Erd- oder Kohlenbrände, indem dann nicht nur die kieshaltigen Thonschichten sich selbst verschlacken, sondern auch die benachbarten Kohlen entzünden, welche darauf mit gröſserer Leichtigkeit weiter fortbrennen und durch Oeffnung von Spalten ein immer weiteres Vordringen der Luft und des Feuers möglich machen. Damit soll jedoch keineswegen behauptet werden, daſs alle Kohlenbrände auf diese Weise entstanden seien; viele verdanken ihre Entstehung offenbar anderen Ereignissen, z. B. Basaltdurchbrüchen, der Zündkraft des Blitzes oder zufälliger Feuer.

Kohlenbrände veranlassen nicht nur Umwandlungen der benachbarten Gesteine, sondern auch besondere Oberflächenerscheinungen, Zusammenstürzungen, schlackige Anschwellungen des Bodens u. s. w. Eine sehr eigenthümliche Benutzung eines seit länger als 100 Jahren schon dauernden Kohlenbrandes findet zu Planitz bei *Zwickau* statt, wo Dr. Geitner auf der erwärmten Decke des brennenden Steinkohlenlagers mit gutem Erfolg ein Treibhaus angelegt hat. (Vergl. W. Haidinger über das Vorkommen von Pflanzenresten in den Braunkohlen und Sandsteinen des *Elbogner Kreises* in *Böhmen* 1839 S. 10, und Geitner, Treibegärtnerei auf den Erdbränden bei *Planitz* nächst *Zwickau* 1839).

---

4. Das organische Leben

(Vegetationsdecke, Torf, Korallenriffe, Infusorienlager, Menschenwerke)

wirkt fortwährend und sehr verschiedenartig auf den Zustand des festen Erdkörpers ein.

Nackte Felsen werden von Flechten überzogen; an ihnen haftet der Regen und wirkt zersetzend — verwitternd — auf das feste Gestein, welches dadurch immer höheren Pflanzen Nahrung zu geben vermag. Den Flechten folgt zunächst Moos, durch dessen theilweise, von unten nach oben vorschreitende Verwesung die durch die Flechten begonnene Humusbildung vermehrt wird. Mit dem Humus

25 *

vermengen sich zersetzte oder losgebröckelte Gesteinstheile und bilden so dasjenige Gemenge, welches man Fruchtboden nennt und welches gegenwärtig den gröfsten Theil der nicht unter Wasser stehenden Erdoberfläche bedeckt. Dergleichen Bodenbildungen haben nothwendig stattgefunden, seitdem überhaupt Pflanzen auf der Erde gewachsen sind, von denen wir schon in den ältesten Flötzformationen fossile Ueberreste finden. Unter diesen Umständen ist es auffallend, dafs man zwischen den Gesteinsschichten nicht häufiger Lagen von Fruchtboden bemerkt, als diefs der Fall ist, da doch ziemlich häufig fossile Pflanzen auf der Stelle ihres Wachsthums gefunden werden. Die leichte Verflüchtigung und Zerstörbarkeit der Humustheilchen mag eine Ursache dieses Umstandes sein.

Gewisse Pflanzen, namentlich einige Moosarten, besitzen die Eigenthümlichkeit, vorzugsweise in nassen Vertiefungen des Bodens zu gedeihen und hier fortwährend über einander zu wachsen, so dafs die jungen Individuen immer auf den alten vegetiren. Diese von unten nach oben absterbenden, oben aber fortwachsenden Pflanzenmassen bilden mit der Zeit aufserordentlich mächtige Anhäufungen, deren abgestorbenen Theil man Torf nennt. Solche Torflagen sind es offenbar, aus welchen ein Theil der Braun- und Steinkohlen entstanden ist, während andere durch Anhäufung in Meeresbecken oder Landseen zusammengeschwemmter Pflanzentheile und einige geringere vielleicht durch blofse Ueberdeckung lange sich selbst überlassener Urwälder entstanden sind.

Aufser den pflanzlichen haben wir im Systeme der Geognosie S. 164 auch thierische Anhäufungen kennen gelernt, deren Entstehung in ähnlicher Weise noch jetzt beobachtet wird, nämlich die Korallenriffe und die Infusorienlager. Zu diesen gehören noch die Anhäufungen thierischer Excremente (den Koprolithenschichten entsprechend), die Einmengungen thierischer Reste (Muschelschalen, Knochen etc.) überhaupt, sowie die übrigen, nicht sehr beträchtlichen Veränderungen, welche etwa durch thierisches Leben an der festen Erdoberfläche bewirkt werden, z. B.

das Aushöhlen unterirdischer Baue, das Anhäufen von Nahrungsmitteln in denselben, oder das Befestigen von festen Nestern und Wohnungen an hervorstehenden Felsen u. s. w.

Die Veränderungen, welche von M e n s c h e n h ä n d e n an dem festen Erdkörper durch Bergbau, Steinbrüche, Strafsen, Canäle, Eisenbahnen, Gebäude, Festungen u. s. w. hervorgebracht werden, sind im Vergleich mit den Einwirkungen der Thiere nicht ganz unbedeutend, bedürfen aber hier keiner näheren Erörterung, da sie Jedem hinreichend bekannt sind, um ihren Einflufs auf das Ganze des Erdkörpers beurtheilen zu können. Es möge nur darauf aufmerksam gemacht werden, dafs noch keine Spur menschlicher Thätigkeit gefunden worden ist, die aus derjenigen Zeit herrühren könnte, welche man eben defshalb gewöhnlich die vorweltliche, vorgeschichtliche oder präadamitische nennt, und worunter, bestimmter bezeichnet, die der Ablagerung der Diluvialgebilde und der Eruption der Basalte vorausgehende Zeit, bis zu dieser herab, gemeint ist. Sollten später ähnliche Veränderungen mit unserer Erdoberfläche vorgehen als die, deren Resultate auf dem Festlande liegende Flötzformationen sind, so würden Geognosten, welche nach vielen Jahrtausenden leben, allerdings grofses Interesse an der Aufsuchung fossiler Strafsen, Städte und Monumente, gehobener Häfen und Ankerplätze finden, deren Vorspiel wir jetzt in den Ausgrabungen von *Herculanum* und *Pompeji*, in den Säulen des Tempels zu *Puzzuoli*, in der Fischerhütte unter dem Canal des *Mälersee's*, sowie in einigen Pyramiden *Aegyptens* und in mehren Ruinen *Asiens* finden.

B e i s p i e l e.

20) **K o r a l l e n r i f f e u n d K o r a l l e n i n s e l n.** — Die niederen Inseln der *Südsee* und des *indischen* Meeres haben meist ihren Ursprung dem geschäftigen Baue mehrer Korallenarten zu verdanken. Ihre Lage zu einander, da sie oft Reihen bilden, ihre Vereinigung an einigen Orten zu starken Gruppen und ihr gänzliches Ausbleiben in anderen Gegenden desselben Meeres lassen uns jedoch schliefsen, dafs die Korallen ihre Gebäude auf Meeresuntiefen oder, besser

zu sprechen, auf die Gipfel von unter Wasser befindlichen Gebirgen gegründet haben. Einerseits nähern sie sich im Fortwachsen immer mehr der Oberfläche des Meeres, andererseits vergröfsern sie den Umfang ihres Werkes. Die gröfseren Korallenarten, welche beträchtliche Blöcke bilden, namentlich Astreen, Meandrinen und Karyophyllien, scheinen die stärkere Brandung am Aufsenrande des Riffes zu lieben; dieser Umstand und die Hindernisse, die ihrem Fortleben in der Mitte eines breiten Riffes durch die aufgeworfenen Muschel- und Schneckenschalen und Korallenbruchstücke in den Weg gelegt werden, sind vielleicht die Ursachen, weshalb der Aufsenrand der Insel zuerst die Oberfläche des Meeres in ringförmiger Gestalt erreicht. Andere Naturforscher sind jedoch der Meinung, dafs diese eigenthümliche Gestalt von untermeerischen Kraterrändern abzuleiten sei, an denen die Südsee jedenfalls reich ist, und hierfür spricht auch die grofse Tiefe des Meeres in und neben den, oft mit Unterbrechungen aus vielen einzelnen Riffen und Inseln bestehenden ringförmigen Gruppen, sowie der Umstand, dafs für die Korallenriffe und Koralleninseln einiger anderen Gegenden, wo wahrscheinlich solche Krater fehlen, die ringförmige Gestalt nicht bezeichnend ist.

Ist das Riff bis zu der Höhe gelangt, dafs es bei niedrigem Wasserstande zur Zeit der Ebbe fast trocken wird, so hören die Korallen auf höher zu bauen. Muschelschalen, Korallenbruchstücke, Seeigelschalen und deren abgefallene Stacheln vereinigt die brennende Sonne durch den bindenden Kalksand, der durch Zerreibung jener Schalen entstand, zu einem allgemeinen Ganzen, zu einem festen Steine, der, allmählig verstärkt, an Dicke zunimmt, bis er endlich so hoch wird, dafs nur noch in einigen Jahreszeiten hohe Fluth ihn bedeckt. In der Trockenheit durchglüht die Sonne die Steinmasse so sehr, dafs sie an vielen Stellen spaltet und sich in Schichten ablöst. Durch Brandungen bei hohen Fluthen werden diese getrennten flachen Steine gehoben und aufeinander gethürmt. Die immer geschäftige Brandung wirft Korallenblöcke und Seethierschalen zwischen und auf die Grundsteine. Nun bleibt auch der Kalksand ungefährdet liegen und bietet dem strandenden keimenden Pflanzensamen einen schnell treibenden Boden zur Beschattung seines weifsen blendenden Grundes dar. Auch ganze Baumstämme, von anderen Ländern und Inseln durch die Flüsse entführt, finden hier nach langer Irrfahrt ihren endlichen Ruheplatz. Mit diesen kommen kleine Thiere, Insecten, Eidechsen u. dergl. als erste Bewohner an. Ehe noch die Bäume sich zu einem Walde vereinigen, nisten hier die eigentlichen Seevögel, verirrte Landvögel nehmen ihre Zuflucht zu den Gebüschen, und ganz spät, nachdem die Schöpfung längst geschehen, findet sich auch der Mensch ein, schlägt seine Hütte auf der fruchtba-

ren Erde, die durch die Verwesung von Baumblättern entstand, auf, und nennt sich Herr und Besitzer dieser Welt.

Im Inneren des Inselkreises und zwischen den einzelnen Riffen in ihrem Schutze finden sich kleinere Korallenarten ein, die eine ruhigere Wohnung suchen; sie bilden mit der Zeit, obgleich sehr langsam, auch endlich bis an die Oberfläche des Wassers reichende Bänke, die allmählig an Umfang zunehmen, sich mit den sie einschliefsenden Inseln verbinden und zuletzt den inneren See ganz erfüllen. Immer bleibt aber bei den so entstehenden grofsen Inseln der Rand höher als die Mitte. (Vergl. A. v. Chamisso in O. v. Kotzebue's Entdeckungsreise S. 187.)

Die Ausdehnung dieser Korallenbildungen ist in einigen Meeren aufserordentlich beträchtlich, an der Ostküste von *Neuholland* soll ein ununterbrochen 350 englische Meilen langes Riff vorkommen; zwischen diesem Lande und *Neu-Guinea* fand Kapitän King die Korallenbänke mit einigen Unterbrechungen auf 700 englische Meilen ausgedehnt, die *Malediven*-Inseln, aus nichts als Korallenriffen bestehend, bilden eine 480 geographische Meilen lange Reihe, und einzelne ihrer Inselkreise erreichen 9 bis 10 geographische Meilen im Durchmesser. Sie scheinen auf einer grofsen Bergkette oder Kraterreihe über einer vulkanischen Spalte zu liegen. Diese grofse Ausdehnung gleichzeitiger Korallengebilde übertrifft offenbar die mancher älterer Flötzformationen.

Man hat die Vermuthung aufgestellt, dafs die Korallen wie die Muscheln den Kalk ihrer Gehäuse selbst erzeugten und überhaupt alle Kalksteinbildung von ihnen ausginge; neuerlich ist es jedoch ziemlich sicher nachgewiesen worden, dafs sie nur den im Wasser enthaltenen Kalk umarbeiten und deshalb in kalkarmen Gewässern weniger gedeihen als in kalkreichen. Nicht unwahrscheinlich sind kalkhaltige Mineralquellen in den vulkanischen Gegenden der *Südsee* die Veranlassung zu der so üppigen Korallenentwickelung, Thatsache ist es wenigstens, dafs man dort das Meer in der Nähe der Inseln in einiger Tiefe weniger salzig findet, als es gewöhnlich und an der Oberfläche der Fall ist, so dafs es von den Indianern zum Trinken hervorgeschöpft wird, ein Umstand, den man dem Einflusse vieler untermeerischer Quellen zuschreibt.

---

5. Die Einwirkungen der unwägbaren Stoffe

(Licht, Wärme, Magnetismus, Elektricität, Aggregatzustände)

sind gegenwärtig, wie erwähnt, fast unmerkbar für unsere Beobachtung, obwohl anzunehmen ist, dafs der Wechsel der Temperatur und des Lichtes, hervorgebracht durch die

Jahres- und Tageszeiten, das ewige Schwanken der magnetischen Pole, die durch Gewitter verkündete elektrische Thätigkeit der Luft und der Erde, sowie der bei allen Zersetzungen und Verbindungen wirksame Elektrochemismus fortwährend einen um so mächtigeren Einflufs auf das Wesen und den Zustand des festen Erdkörpers äufsern werden, da diese Kräfte und Wirkungen nicht blos die Oberfläche berühren, sondern zum Theil die ganze Masse durchdringen und das gegenseitige Verhalten der kleinsten Atome ändern. Wenn daher diese Wirkungen nicht so leicht zu erkennen sind als die früher angeführten, mehr mechanischen des Wassers, der vulkanischen Thätigkeit u. s. w., so liegt diefs lediglich an der eigenthümlichen Natur, nicht an der geringen Wichtigkeit derselben. Uebrigens sind die Kräfte der sogenannten Imponderabilien fast bei allen zuvor angeführten Umbildungsprocessen thätig und vielleicht die versteckten Grundagentien der meisten. Wie grofs die Einwirkungen der Wärme unter gewissen Umständen sind und gewesen sein können, lehrt am befsten eine kurze Betrachtung der durch sie bedingten Aggregatzustände der Körper. Die meisten irdischen Stoffe werden durch Wärme ausgedehnt und vermögen je nach der Temperatur, der sie ausgesetzt sind, drei wesentlich verschiedene Aggregatzustände anzunehmen, den festen, den tropfbar flüssigen und den elastisch flüssigen (gas- oder luftförmigen). Alle Körper sind wenigstens dem Gegensatze des Festen und Flüssigen unterworfen, d. h. bei hinreichender Wärme werden sie alle flüssig, sei es nun tropfbar oder gasförmig, bei grofsem Mangel derselben aber fest. Dabei hat aber aufser der Temperatur auch der Druck einen Einflufs, indem er die auflösende Kraft der Wärme in gewissem Grade zu hindern vermag.

Beispiel.

21) **Aggregatzustände des Wassers.** — Kein Körper eignet sich mehr dazu, als Beispiel für die Erläuterung der Aggregatzustände zu dienen, als das **Wasserstoffoxyd** (Eis, Was-

ser, Dunst), da es bei den uns umgebenden Temperaturverhältnissen in allen drei Zuständen vorkommt und Jedermanns Beobachtung leicht zugänglich ist. Wollen wir aber die an ihm beobachteten Erscheinungen in der Geologie auf andere Körper anwenden, so dürfen wir nie vergessen, dafs die gegenwärtig uns umgebenden Temperatur-Verhältnisse keinesweges *a priori* als für alle früheren Zeiten der Erdbildung gültig vorausgesetzt werden können, wir müssen vielmehr dabei von allen derartigen Beschränkungen abstrahiren. Das durch Wärme flüssige Eisen hat eben so gut seinen Gefrierpunkt als das Wasser, ebenso jedes andere Metall und jedes Gestein; das Festwerden derselben ist durchaus kein anderer Vorgang als das Gefrieren und Krystallisiren des Wassers, bedingt durch Wärmeverlust. Was wir Kälte nennen, ist nichts Anderes als ein für organische Wesen empfindlicher Wärmemangel, und bestände unser Körper aus metallischen Stoffen, so wie er jetzt aus Knochen, Fleisch, Blut und anderen wässerigen Säften besteht, so würde für unser Leben eine dem Schmelzgrade dieser Metalle ungefähr entsprechende Temperatur zuträglich und nöthig sein, sowie jetzt die Temperatur, in welcher das Wasser seinen tropfbar flüssigen Zustand behält, die angemessenste für uns ist.

Eis bildet sich also bei einem gewissen, von uns Menschen Kälte genannten Temperaturgrade, zunächst gewöhnlich als Kruste auf der Oberfläche des Wassers, deren Dicke von dem Grade und der Dauer der Kälte abhängig ist, welche schichtweise nach unten zunimmt und endlich der Dicke des ganzen Wasserraumes entspricht. Ist das Wasser während des Frierens bewegt oder tropft es von vorspringenden Gegenständen herab, so bilden sich jene vielerlei Formen, Eiszapfen u. dergl., die wir im Winter oft bewundern, und die z. Th. genau den Stalaktiten und Stalagmiten entsprechen, die durch kalkhaltige Wässer abgesetzt werden. Das Eis nimmt mehr Raum ein als das Wasser, aus dem es entstand, es ist folglich leichter und schwimmt auf der Oberfläche desselben. Unter wechselnden Einwirkungen der Temperatur sondert es sich oft stänglich oder körnig ab, sehr ähnlich manchen Mineralien. In der Atmosphäre entsteht Eis durch Gefrieren von Wasserdünsten — als Schnee — oder von fallenden Tropfen — als Hagel. — Der Schnee bedeckt oft, dem Niederschlage aus einer chemischen Auflösung vergleichbar, durch periodisches Niederfallen schichtweise den Erdboden, als neueste vergängliche Formation der festen Erdrinde. Durch langes Uebereinanderliegen backen die einzelnen krystallinischen Flocken fest zusammen, verlieren ihre ursprüngliche, meist sternförmige Gestalt, treten in neue Krystallisationsverhältnisse und sondern sich zu einer krystallinisch körnigen Masse ab, ähnlich manchen körnigen Gestei-

nen. Nicht unwahrscheinlich ist es z. B., dafs der körnige Gyps das Product einer ähnlichen Nachkrystallisation ist. Der Hagel besteht oft aus concentrischen Eisschalen und entspricht insofern einigermafsen den Erbsen- und Rogensteinen.

Durch Niederschlag und Gefrieren von Wasserdünsten an kalten Flächen, z. B. an Fensterscheiben, entstehen dendritische Bildungen, welche manchen mineralischen Dendriten auf Kluftflächen gleichen und die ganz füglich Sublimationen genannt werden können, wie es bei jenen gewöhnlich geschieht; denn nur der Temperaturgrad, den sie bedingen ist verschieden, so wie er auch für die einzelnen Mineralien nicht gleich sein kann. Zwischen Eis und Wasser existirt kein halbflüssiger Uebergangszustand, wie z. B. bei dem Wachs, Harz und bei anderen meist unkrystallinischen Substanzen, welche, bevor sie schmelzen oder erkalten, zähflüssig werden, was bei vielen, selbst krystallinischen Gesteinen ebenfalls stattgefunden zu haben scheint.

Das Wasser sammelt sich überall in den niedersten Gegenden der Erdoberfläche. Durch seine Flüssigkeit ist es befähigt, mehre aufserdem in dieser Temperatur noch feste Stoffe, z. B. einige Salze und Erden, aufgelöst zu halten. Als Meerwasser enthält es stets 2 bis 3 Procent Chlornatrium (Kochsalz), etwas Chlormagnesium, schwefelsauere und kohlensauere Magnesia und Kalkerde, sowie schwefelsaueres Natrum.

Dunst entsteht überall und fortwährend, sowohl aus dem Wasser, als aus dem Eis; er ist als solcher in der Atmosphäre aufgelöst, unsichtbar, wird aber unter gewissen Umständen in sichtbaren Dampf verwandelt, welcher aus kleinen Wasserbläschen, also eigentlich schon aus tropfbar flüssigem Wasser in Blasengestalt, besteht und z. B. die Wolken bildet.

Rückblick.

Aus den vorstehenden Andeutungen und Beispielen geht hervor, dafs auf der Erde nichts einer völligen Ruhe überlassen ist. Alle Theile und Atome sind fortwährend theils sichtbaren, theils unsichtbaren Bewegungen unterworfen; sie reiben sich aneinander und verändern die Lage, den Zustand, das Volumen oder den ursprünglichen Verband. Diese fortwährende und im Allgemeinen gewifs vollkommen geregelte, gesetzmäfsige Bewegung aller Theile hat Manche veranlafst, den Erdkörper für ein organisches, lebendes Wesen zu halten. Man mufs aber wohl bedenken, dafs alle

diese Bewegungen nur durch sogenannte physikalische Kräfte — wie Schwere, Elektricität, Ausdehnung durch Wärme u. s. w. — hervorgebracht und sämmtlich nach physikalischen Gesetzen erklärt werden können, während lebende organische Wesen sich gerade dadurch von den unorganischen unterscheiden, dafs sie die Wirkungen jener Kräfte in gewissem Grade überwinden, und zwar in Folge einer ihnen innewohnenden eigenthümlichen Lebenskraft, die sich fast jeder näheren Untersuchung entzieht und durch kein Experiment nachgeahmt werden kann.

Untersuchen wir aber nun, welches für die äufsere Wahrnehmung die einflufsreichsten der angeführten Wirkungen sind, so müssen wir offenbar die des Wassers und der Vulkanität dafür erklären. Sie sind es also wohl auch, welche den gegenwärtigen Zustand der festen Erdkruste wesentlich und vorzugsweise bedingt haben. Das Erstere trägt stündlich und von unendlich vielen Punkten zugleich zerkleinte Theile von den Höhen nach den Tiefen, um sie dort schichtweise abzulagern, die letztere erhebt (oder versenkt) weit ausgedehnte Landstriche über das Meer oder über das bisherige Niveau und treibt heifsflüssige Gesteinsmassen in grofser Quantität aus dem Erdinneren an die Oberfläche. Zugleich ist die Vulkanität sehr geeignet, die Wirkungen des Wassers bedeutend zu verstärken und seine Gebilde weiter umzuwandeln. Durch vulkanische Hitze erwärmte und mit Kohlensäure geschwängerte Quellwässer sind dadurch um so geeigneter, bei ihrem Aufsteigen Bestandtheile des festen Gesteins aufzulösen und mit fortzunehmen. Niveau-Veränderungen des Landes verursachen oft einen anderen Lauf und dadurch grofse Zerstörungen der Flüsse. Erdbeben erschüttern die feste Kruste der Erde, machen sie durch das Wasser leichter zerstörbar und bewirken das Zusammenstürzen darin ausgewaschener Höhlungen oder das Einstürzen steiler Berge, deren Haufwerk wieder Andämmung des Wassers und später in Folge des plötzlichen Durchbruches grofse zerstörende Fluthen veranlassen kann. Sie regen das Meer in seinen Tiefen auf, wodurch es um so kräftiger auf seine Ufer wirkt. Vulkanische Eruptionen

rufen heftige Gewittergüsse und Sturmwinde hervor, wodurch die ausgeschleuderten lockeren Theile an den Fuſs des vulkanischen Berges herabgeschwemmt oder viele Meilen weit fortgetragen werden, und ihre Hitze schmilzt plötzlich den Schnee hoher Berggipfel, welcher dann in gewaltigen zerstörenden Wassermassen herabstürzt.

Für unsere Wahrnehmung ziemlich untergeordnet erscheinen gegen dieſs Alles die steten Einwirkungen der Luft, der organischen Wesen und der sogenannten Imponderabilien, welche ebenfalls unter sich und mit dem vorigen vielfach in einander greifen.

Im Allgemeinen ist der Vergleich wohl nicht ganz unrichtig, wenn man sagt, das Land, welches über das Wasser emporragt und hier den wechselnden Einwirkungen der Atmosphäre ausgesetzt ist, altert. Es zersetzt sich, löst sich auf und wandert Theilchen für Theilchen dem Meere zu, in welchem es sich gleichsam verjüngt; aus ihm tritt es später durch Hülfe vulkanischer Thätigkeit mit erneuter Jugendkraft hervor, und auf diesem Wechsel scheint die Möglichkeit der ewig dauernden Jugendkraft der Erdoberfläche zu beruhen, sie erleidet periodenweise Umgeburten.

Gesteinsbildung.

Während wir bisher die Wirkungen der wichtigsten Agentien ganz im Allgemeinen betrachtet haben, so wird es gut sein, jetzt die verschiedenen Entstehungsarten der Gesteine besonders in's Auge zu fassen, wenn auch dadurch einige Wiederholungen bedingt sein sollten.

Mit Recht kann man vielen der früheren Theorieen über Entstehung der Gesteine Einseitigkeit vorwerfen, indem sie oft einerlei Entstehungsart für die so überaus verschiedenen Massen annehmen, aus welchen die uns bekannte Erdkruste zusammengesetzt ist. Beobachten wir, auf welche verschiedenartige Weise noch jetzt Felsarten und ihnen ähnliche Aggregate entstehen, so werden uns diese Er-

fahrungen gewifs zu gültigen Schlüssen über die früheren Gesteinsbildungen hinleiten. Fassen wir daher aus den vorhergehenden Abschnitten nochmals übersichtlich zusammen, auf welche verschiedene Arten Gesteine gebildet und umgebildet werden, so sind diefs folgende:

1) durch chemischen oder mechanischen Absatz aus Wasser,

2) durch Erkalten heifsflüssiger Massen, z. B. der Lavaströme,

3) durch Sublimation, d. h. durch Niederschlag aus Dämpfen,

4) durch Anhäufung pflanzlicher Theile, z. B. von Torf, und

5) durch die Lebensthätigkeit und den Tod von Thieren, durch Korallenriffe, Infusorienlager u. s. w.

Diesen Gesteinsbildungen sind ferner in gewisser Beziehung zuzurechnen:

6) die Umwandlungen schon vorhandener Gesteine durch Hitze, Druck, durchströmende Dämpfe, Quellen u. s. w. und

7) die ganz mechanischen Einwirkungen der Gesteine auf einander.

---

1. Gesteinsbildung durch Wasser.

Durch chemischen Niederschlag aus Wasser entstehen, wie S. 154. bereits erwähnt worden ist, noch jetzt in der Natur: Kalktuff, Kalksinter, Erbsenstein, Kalkstein, Kieselsinter, Kieseltuff, Raseneisenstein, mehre Salze (besonders Kochsalz), und es ist nicht schwer, kleine Quantitäten von Gyps oder Dolomit künstlich in Wasser aufzulösen und durch Verdunstung pulverförmig niederzuschlagen. Alle diese Gesteine erinnern lebhaft an ähnliche Gebilde, denen wir vielfach in der Reihe der Flötzgebirge begegnen, an die Kalksteine, Rogensteine, Hornsteine, Feuersteine, Eisensteine, an das Steinsalz, den Gyps und den Dolomit.

Dagegen giebt es eine grofse Klasse von, Glimmer, Feldspath, Hornblende oder Augit enthaltenden krystallinischen Gesteinen, deren Bestandtheile nicht im Wasser auf-

löslich sind, und die daher auch nicht als aus Wasser abgesetzt gedacht werden können, z. B. Glimmerschiefer, Gneifs, Granit, Syenit, Grünstein, Porphyr, Melaphyr, Basalt u. s. w., kurz im Allgemeinen die Schiefer- und Massengesteine.

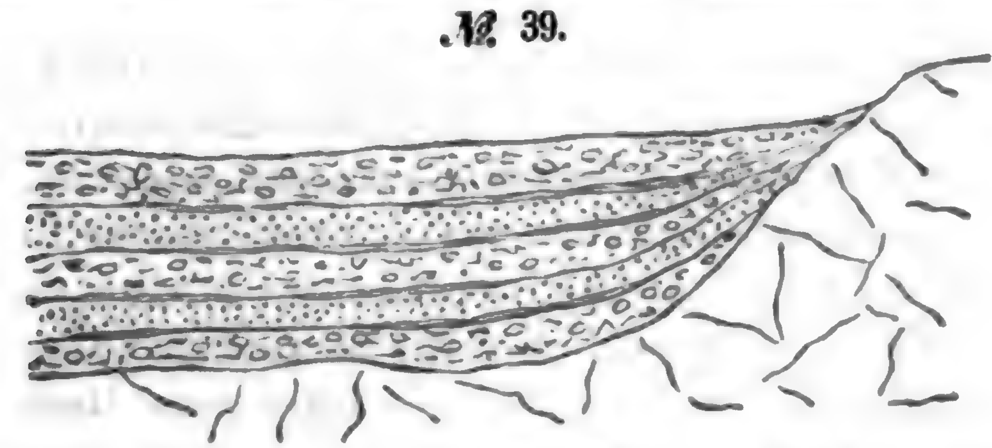
Die chemischen und krystallinischen Niederschläge des Wassers sind weit unabhängiger von den Gesetzen der Schwere als die mechanischen; sie erfolgen nicht nur an stark geneigten und senkrechten, sondern sogar an überhängenden Wänden, was bei den mechanischen nicht der Fall ist. Bei anhaltender Dauer und namentlich unter periodischen Einwirkungen der Tages- und Jahreszeiten bilden sie gewöhnlich der Ablagerungsfläche parallele Straten oder Schichten, deren successive Aufeinanderlagerung auch in dem fertigen festen Gestein noch deutlich zu erkennen ist. Sehr schnell erfolgende, oder von aller Periodicität unabhängige chemische Niederschläge lassen solche innere Schichtung nur undeutlich oder gar nicht wahrnehmen, sondern bilden vielmehr zusammenhängende mächtige Bänke oder mehr unregelmäßsig liegende Stöcke, so zuweilen Kalktuff, Gyps und Steinsalz.

Im Ganzen genommen, sind aber die rein chemischen Ablagerungen des Wassers als ziemlich untergeordnet anzusehen. Alle Flötzgebirge z. B. enthalten so viel mechanische Absätze in sich, dafs steile Schichtenstellung bei denselben niemals durch chemische Anlagerung erklärt werden darf. Diefs kann mit Recht nur bei einigen Kluft- oder Gangausfüllungen und dergleichen geschehen. Auf mechanische Weise lagert das Wasser Conglomerat, Sandstein, Sand, Thon, Lehm, Letten, Mergel u. dergl. ab, die ihren Zusammenhalt zum Theil allerdings gleichzeitig erfolgenden chemischen Niederschlägen von Kalkerde, Kieselerde oder Eisenoxyd verdanken. Einige dieser Gesteine scheinen jedoch ihren Zusammenhalt erst nach ihrer Ablagerung durch Eindringen solcher Auflösungen erhalten zu haben, oder auch durch blofsen Druck, wodurch die kleinsten Theilchen innig an einander geprefst und so mittels der eigenen Cohäsion ohne die eines besonderen Bindemittels

vereinigt wurden. Auf diese Weise dürfte auch der Umstand zu erklären sein, daſs die älteren mechanischen Ablagerungen durchschnittlich aus festeren Gesteinen bestehen als die neueren, weil sie länger gröſserem Drucke ausgesetzt waren.

Solche mechanische Ablagerungen des Wassers, welche recht eigentlich den Charakter der Flötzgebirge bilden, können nur auf horizontalen oder wenig geneigten Flächen erfolgen. An Abhängen von mehr als 30 bis 40° rollen ihre einzelnen Theile in der Regel sogleich herab und bilden am Fuſse des Abhanges sich auskeilende, der horizontalen Lage immer mehr genäherte Schichten.

№ 39.



Auch diese Ablagerungen erfolgen nämlich in der Regel schichtweise, was theils durch Periodicität des Zuflusses, der Ruhe und Bewegung (Ebbe und Fluth), theils durch Wechsel des zuströmenden Materials bedingt wird. Wenn z. B. ein Meeresbecken durch die einströmenden Flüsse mit feinem Sand und etwas Thon versehen wird, so kann vielleicht der Sand fortwährend sich ablagern, während der mit dem Wasser inniger verbundene Thon nur in den ruhigsten Zeitmomenten, zwischen Fluth und Ebbe, Gelegenheit findet, sich in dünnen, vorzugsweise thonigen Lamellen zwischen den Sandschichten abzulagern. Einige Flüsse führen bei groſsem Wasser Kies und grobe Geschiebe in Landseen ein, für gewöhnlich aber nur feine thonige oder sandige Theile. Auf diese Weise entsteht ein Wechsel von Conglomeratschichten mit thonigen oder sandigen Schichten. Vulkanische Ausbrüche liefern, wie wir gesehen haben, auch dem Wasser zuweilen plötzlich neue Massen zur Ablagerung, und für die vorgeschichtlichen Zeiten haben wir auſser den jetzt wirkenden Ursachen der Periodicität noch die da-

mals häufigeren Erderschütterungen, Hebungen, Senkungen und plutonischen Eruptionen in Rücksicht zu bringen. Durch alle diese Umstände erklärt sich der manchfache Gesteins- und Schichtenwechsel in den Flötzgebirgen.

Die Zerklüftung und zuweilen regelmäfsige Absonderung der aus Wasser abgesetzten krystallinischen sowohl, als mechanischen Gesteine entsteht durch Austrocknen, wobei sich die Massen entweder allseitig oder vorherrschend nach bestimmten Richtungen zusammenziehen. Einige knollige, kugelförmige und concentrisch schalige Bildungen (Löskindel, Adlersteine, Imatrasteine, Brillensteine) scheinen durch eine eigenthümliche chemische Anziehung gewisser homogener Theile um bestimmte Mittelpunkte oder Axen herum bewirkt worden zu sein. Es läfst sich nämlich eine solche, den Gesetzen der allgemeinen Schwere entgegenarbeitende, sie individualisirende, an Lebensthätigkeit erinnernde krystallinische Kraft in einigen Theilen sonst mechanischer Gesteine durchaus nicht abläugnen; sehr häufig sind besonders die knolligen Ausscheidungen (Mergel, Menilit) und die Kugel- oder Hohlkugelbildungen (Adlersteine im Sandstein, Kalkstein, Eisenstein). Oft ist jedoch die ursprüngliche Tendenz zu diesen Formen erst durch Verwitterung recht deutlich hervorgetreten.

Beispiele.

22) Erbsenstein und Rogenstein. — Zu den besonders interessanten und als Beispiel lehrreichen Erscheinungen gehört die Entstehung des Erbsensteines. Er bildet sich in stark bewegten kalkhaltigen Wässern (z. B. in den *Karlsbader* Quellen), indem vorhandene stets bewegte Sandkörnchen, welche zu Krystallisations-Mittelpunkten werden, sich fortwährend mit dünnen Kalksinterrinden überziehen, bis sie so schwer werden, dafs das spielende Wasser sie nicht mehr zu bewegen vermag. Dieser Zeitpunkt tritt für alle ungefähr bei gleicher Gröfse und Schwere ein, dann fallen sie ruhig zu Boden und werden durch kalkigen Niederschlag unter sich und mit ihren Vorgängern verkittet, während über ihnen das alte Spiel fortdauert. — Auf ganz ähnliche Weise mögen viele Rogensteine in bewegten Meerestheilen, besonders in der Nähe von Küsten, entstanden sein und noch entstehen. L. v Buch sah auf *Las-Palmas*, einer der *canarischen Inseln*, wie sich an der Küste fortwährend ein rogensteinähnliches,

dort zum Filtriren des Wassers benutztes Gestein bildet, indem kleine Brocken von zerbrochenen Muscheln, sowie kleine abgerundete Trachyt- und Basaltkörner, mit Kalksinterrinden überzogen und dann zusammengekittet werden. Das Meereswasser ist hier den gröfsten Theil des Jahres hindurch bis über 20° R. erwärmt, und mit dieser Temperatur scheint es durchaus und überall eine besondere Fähigkeit zu erhalten, Kalktheile mechanisch aufzulösen, schwebeud zu erhalten und sie als Sinter wieder abzusetzen. Der geistreiche Beobachter schliefst die Schilderung dieses Vorganges mit der Bemerkung, dafs, seitdem er die Bildung dieser Filtrirsteine sah, er die Rogensteine der Juraformation nie für etwas Anderes habe ansehen können als für die Folge einer grofsen Bewegung zerbrochener Muscheln in einem sehr erwärmten Gewässer; auch zweifle er nicht, dafs sich noch jetzt auf solche Art ganze Rogensteinflötze auf Korallenbänken der Tropengegenden absetzen möchten.

23) Kugelgestalt chemischer Niederschläge. — Link hat mikroskopisch beobachtet, dafs die Grundformen der chemischen Niederschläge kleine Kügelchen sind, deren Dasein selbst jeder Krystallbildung vorausgeht. Da nun Ehrenberg in der Kreide und einigen anderen Gesteinen aufser infusorischen Thiergestalten höchst kleine regelmäfsig sphärische Körperchen entdeckt hat, welche das Gestein zusammensetzen, so ist wohl anzunehmen, dafs jene Beobachtung Link's auf alle aus Wasser chemisch niedergeschlagenen Gesteine angewendet werden kann. Die Kugelform zeigt sich hierdurch von Neuem als die erste gesetzmäfsige Grundform, und wir dürfen uns deshalb nicht sehr wundern, sie so überaus häufig auch im Grofsen bei den Gesteinen wiederholt zu sehen. Rogensteine, Adlersteine, Imatrasteine, kugelförmige Absonderungen u. s. w.

---

2. Durch Erkalten heifsflüssiger Massen

entsteht vor unseren Augen eine Menge mehr oder weniger krystallinischer Gesteine von dichtem, körnigem, porphyrartigem, glasartigem oder schlackigem Gefüge. Nicht nur alle verschiedenen Lavaarten thätiger Feuerberge, welche mit vielen der älteren Gesteine aufserordentlich nahe verwandt sind, sondern auch die Schlacken der Schmelzöfen gehören hierher. Dabei hat man überall beobachtet, dafs schnelle Abkühlung glasige und schlackige Natur, hingegen möglichst langsame Abkühlung dichte, körnige oder porphyrartige Textur bewirkt. Alle diese Erscheinungen

finden sehr auffällig bei den Laven statt, deren Ströme im Inneren oft dicht sind, während sie gegen die Oberfläche hin immer glasiger und schlackiger werden. In derselben Weise scheint die schnellere Abkühlung stärkere Zerklüftung und häufigere regelmäfsige Absonderung zu bewirken als die langsame. Lavaströme sind oft rechtwinkelig gegen ihre Abkühlungsoberflächen säulenförmig zerklüftet, und wo plattenförmige Absonderung bei ihnen vorkommt, da schälen sich die Platten gewöhnlich parallel der Abkühlungsfläche los. Die plattenförmige und kugelige Absonderung oder wenigstens ihr deutliches Hervortreten scheinen jedoch im Allgemeinen noch mehr das Resultat der Verwitterung als das ursprünglicher Zerklüftung zu sein, weshalb sie an neuen Laven verhältnifsmäfsig nur wenig beobachtet werden. Alle diese ursprünglichen Absonderungen entstehen in Folge einer Volumenverminderung oder Zusammenziehung durch Erkaltung, sowie die der Flötzgesteine ihre Entstehung einer Zusammenziehung durch Austrocknen verdanken.

Das Gesetz der Formen ist bei beiden Entstehungsarten dasselbe, d. h. die Zusammenziehung um Punkte bewirkt Kugeln, um Linien Säulen, um Flächen Platten. Von der Schichtung sind diese Absonderungen durch ihre Entstehungsart wesentlich unterschieden; Schichtung entsteht jederzeit durch periodische Aufeinanderlagerung der Massentheilchen, kann aber möglicher Weise eben sowohl bei aus heifsflüssigem Zustande erkalteten, als bei aus Wasser abgelagerten Gesteinen vorkommen, nur ist sie bei jenen weit seltener. Wenn mehre Lavaströme parallel über einander wegfliefsen, so wird ihre Gesammtmasse geschichtet sein, und wenn irgend eine heifsflüssige Masse von ihrer Oberfläche nach innen zu periodisch erstarrt (gefriert), so wird in ihrem Inneren etwas der Schichtung ganz Analoges entstehen (z. B. die Schieferung des Gneises und Glimmerschiefers, die Schichtung des Eises).

Alle an den Laven beobachteten Erscheinungen lassen sich sehr gut auf die älteren Massengesteine anwenden, mit denen sie mineralogisch durch die Basalte, Trachyte und Phonolithe auf's Genaueste verwandt sind, und in der That

hat man noch nie ein Glimmer-, Feldspath-, Hornblende oder Augitgestein auf wässerigem Wege entstehen sehen, während ihre Entstehung durch Erkaltung vielfach, sowohl durch Naturbeobachtung als durch Experimente nachgewiesen worden ist.

Die Schiefergesteine und die körnigen Gesteine (Gneifs, Granit, Syenit u. s. w.), welche wahrscheinlich in den ältesten Zeiten durch Erstarrung entstanden und in den zusammenhängendsten Massen auftreten, setzen die langsamste Erkaltung voraus und zeigen deshalb auch die wenigste Zerklüftung oder regelmäfsige Absonderung. Grünsteine, auf welche der lange Weg, den sie zwischen Schiefergesteinen empor zu nehmen hatten, oft modificirend eingewirkt zu haben scheint, Porphyre und Melaphyre — neuer, und gewöhnlich in kleineren Massen hervortretend als die Granite — zeigen an sich schon die Spuren etwas schnellerer Erkaltung, weniger körnige Natur, starke Zerklüftung, regelmäfsige Absonderung und einige Schlackenbildung, welche letztere durch spätere Ausfüllung der Blasenräume oft zu der Mandelsteinbildung Veranlassung gegeben hat. Die Basalte und Phonolithe, in noch kleineren Massen und in neueren Zeiten emporgedrungen, sind auch noch schneller erkaltet, dichter, stärker und regelmäfsiger zerklüftet als die Porphyre und häufig schlackig. Eine Ausnahme scheinen für den ersten Anblick der Sache die oft überaus körnigen, selten regelmäfsig abgesonderten und noch seltener schlackigen Trachyte zu machen. Bedenkt man aber, dafs sie einerseits meist grofse zusammenhängende Massen bilden und anderseits aus leichtflüssigeren Materialien bestehen als die Granite, Porphyre u. dergl., so ist es wohl begreiflich, dafs sie sich so zeigen, wie sie es thun; denn für einen geringeren Schmelzgrad ist es auch bei gleichgrofser Masse leichter, eine langsame Erkaltung herzustellen, als für einen höheren.

Eine besondere Art von Gesteinen entsteht dann, wenn heifsflüssige Massen, bevor sie erkalten, zahlreiche Bruchstücke oder Geschiebe eines benachbarten, schon festen Gesteins in sich aufnehmen und breccien- oder conglomeratartig verkitten. Solche Reibungsbreccien und Conglomerate kommen bei den älteren plutonischen Gesteinen weit häufi-

ger vor als bei den Laven der Vulkane, wahrscheinlich weil diese auf längst gebahnten Wegen zur Oberfläche dringen, während jene sich fast stets neue Oeffnungen brachen.

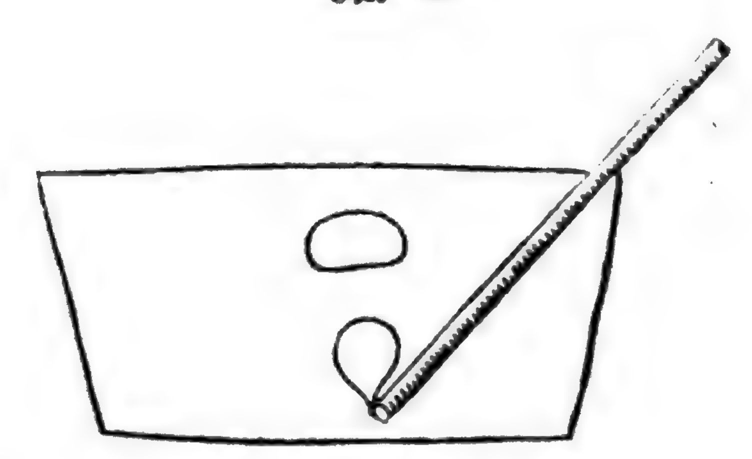
Beispiele.

24) **Gesteinsbildung durch Schmelzung** — Ueber Entstehung krystallinischer Gesteine aus geschmolzenen Massen hat besonders J. **Hall** interessante Versuche angestellt. Er begann damit, die krystallinischen Gebirgsarten *Schottlands*, besonders die Trappgesteine, einer Umschmelzung zu unterwerfen, und obwohl er anfänglich nichts als ein gemeines schwarzes Glas aus denselben erzeugen konnte, so gelang es ihm doch bald, durch künstliche langsame Abkühlung nicht nur krystallinische Körper hervorzubringen, sondern auch unter günstigen Umständen gerade dasselbe krystallinisch-körnige Gemenge wieder entstehen zu lassen, das er durch Schmelzen zerstört hatte. Diese Versuche sind neuerlich durch **Gregor Watt** und **Mitscherlich** mit gleichem Erfolge wiederholt worden, und letzterem ist es gemeinschaftlich mit dem berühmten Chemiker **Berthier** sogar gelungen, einige der gewöhnlichsten Gemengtheile krystallinischer Gesteine durch Zusammenschmelzen ihrer Bestandtheile in sehr vollkommenen Krystallen künstlich nachzubilden, so namentlich Augit, Olivin, Glimmer, Magneteisen. Künftige Versuche werden die Zahl dieser künstlich durch Schmelzung darzustellenden Mineralien gewifs noch sehr vermehren, und höchst wichtig war in dieser Beziehung auch die vor einigen Jahren gemachte Entdeckung von durch Schmelzung entstandenen, sehr deutlichen Feldspathkrystallen in einem Kupferofen zu *Sangerhausen*.

25) **Mandelsteinbildung.** — Die älteren Mandelsteine zeichnen sich oft durch weit regelmäfsigere Blasenräume aus als die neueren. Die Blasenräume des Mandelsteines vom *Netzberge* bei *Ilefeld* z. B. sind häufig birn- oder beilförmig gestaltet, so dafs die Spitze oder die scharfe Kante nach unten gekehrt ist. Diefs ist offenbar nicht die Form einer schon im Aufsteigen begriffenen Luftblase, sondern vielmehr die einer noch an ihrem Entwickelungspunkt (der unteren Spitze oder Kante) fest haftenden. Dafs dem so sei, läfst sich leicht durch ein einfaches Experiment nachweisen, wenn man durch ein feines Röhrchen langsam in eine zähe Flüssigkeit, z. B. starken Zuckersyrup, bläst. So lange die dadurch entstehende Blase noch am Röhrchen haftet, gestaltet sie sich birnförmig wie die Ilefelder Mandeln; sobald sie aber sich losreifst, um aufzusteigen, zieht sie ihre Spitze an sich und erhält

an deren Stelle im Gegentheil eine kleine Abplattung, weil der Druck der Flüssigkeit von unten etwas stärker auf sie wirkt als von oben.

№ 40.



Diese ursprüngliche Gestalt der ansitzenden sowohl als der aufsteigenden Blasen kann aber durch Bewegung der zähen Flüssigkeit sehr vielfach modificirt werden. Strömt dieselbe z. B. nach einer Seite hin, so werden alle Blasen nach dieser Richtung in die Länge gezogen.

Die verschiedentlich gestalteten Blasenräume sind nun häufig mit concentrischen Lagen von Grünerde, Achat, Chalcedon, Hornstein, Quarz, Amethyst, Spatheisenstein und dergleichen erfüllt, oder es hängen von ihren Wänden skalaktitische Bildungen herab, welche ebenfalls erst nach der Entstehung und dem Festwerden des Gesteins in diese Räume hinein gekommen sein können. Zuweilen nimmt man eine durch alle einzelnen Lagen hindurchgehende sogenannte Infiltrationsöffnung wahr, durch welche die allmählige Ausfüllung erfolgt zu sein scheint, oft ist diefs aber auch nicht der Fall, und es bleibt dann etwas räthselhaft, wie die Materie der inneren Lagen, nachdem die äufseren bereits gebildet waren, hinein gekommen sein könne.

Die z. Th. mit sehr schönem Chalcedon erfüllten Blasenräume der *isländischen* Mandelsteine enthalten nicht concentrische, sondern horizontal über einander geschichtete Lagen, in welche häufig von der Decke herabhängende Stalaktiten hinein ragen.

Einige Mandelsteine umschliefsen massive Kalkspathkörner und können dieselben z. Th. wohl ursprünglich aus durchsetztem Kalkstein aufgenommen und umgeschmolzen haben (z. B. Schalstein), was dann keine vorgängige Blasenbildung voraussetzen würde. Berzelius erklärt die Ausfüllung der Blasenräume dadurch, dafs der nach der Erkaltung des Gesteins nothwendig luftverdünnte Raum diejenigen mineralischen Flüssigkeiten aufgesaugt habe, welche die feinen Spalten und Risse des Gesteins erfüllten. (S. dessen Jahresbericht 1827 S. 300.)

3. Durch Sublimation

mineralischer Dämpfe entstehen in den Spalten vulkanischer Berge krystallinische Ansätze von Schwefel, Salmiak, Kochsalz, Eisenglanz und anderen flüchtigen Substanzen, deren Umfang noch nicht hinreichend bekannt ist. Auf dieselbe Weise sind ganz offenbar viele feine, zuweilen dendritische Anflüge auf Gesteinsklüften zu erklären, namentlich solche von Bleiglanz, Flufsspath, Magneteisenerz, Eisenglanz, Mangan, Epidot u. s. w, wie wir denn auch in Hüttenwerken z. B. den Bleiglanz als Sublimationsproduct aufserordentlich schön krystallisiren sehen.

Höchst wahrscheinlich sind gewisse Bestandtheile einiger Erzgänge ebenfalls durch Sublimation in dieselben gelangt, und dadurch erklärt sich z. B. die einseitige Bedeckung von Krystalldrusen durch metallische Theilchen; die aufsteigenden metallischen Dämpfe haben sich nämlich in diesen Fällen nur an den gegen unten gerichteten Krystallflächen abgesetzt.

Beispiel.

26) **Sublimation des Eisenglanzes.** — Dafs Sublimationen von metallischen oder überhaupt mineralischen Theilen in der Natur viel häufiger vorkommen können, als es sich aus unseren bisherigen chemischen Erfahrungen schliefsen läfst, lehrte neuerlich das Beispiel des Eisenglanzes. Dieser ist schon längst an den meisten Vulkanen auf eine Art und Weise beobachtet worden, die deutlich auf Sublimation schliefsen liefs, obwohl er selbst bei sehr hohen Temperaturgraden nicht flüchtig ist. Das Räthsel wurde durch Mitscherlich gelöst; man fand nämlich in den Spalten eines Töpferofens Anflüge von schönen Eisenglanzkrystallen, welche ganz den vulkanischen glichen, und es zeigte sich, dafs sie dort durch Einwirkung salzsauerer Dämpfe in Verbindung mit Wasserdampf auf eisenhaltigen Thon gebildet wurden. Es entsteht dadurch Chloreisen und Wasser, wovon das erstere sich in der Hitze wieder zersetzt, indem das Chlor zu Chlorwasserstoffsäure wird, und das Eisen als Oxyd in Krystallen zurückbleibt. Alle diese Elemente sind aber auch in den Kratern dampfender Vulkane vorhanden. Durch nachmalige starke Erhitzung kann aus dem Eisenglanz später Magneteisenstein entstehen. (Vergl. Poggendorffs Annalen XV. S 630.)

---

4. Durch Anhäufung pflanzlicher Theile

entsteht, wie wir gesehen haben, z. B. der Torf, dessen ganzes Wesen uns einen allmähligen Uebergang in Braunkohlen und durch diese in Steinkohlen und Anthrazit anzunehmen berechtigt, so nämlich, dafs diese letzteren durch den Druck aufliegender Gebirgsmassen in unermefslich grofsen Zeiträumen z. Thl. aus ersteren entstanden zu sein scheinen. Einige Kohlenlager mögen allerdings ohne Torfbildung durch Zusammenschwemmen von Pflanzentheilen, oder durch blofse Ueberdeckung lange Zeit mit üppiger Vegetation gesegneter Landstriche entstanden sein, wie denn noch jetzt in Meeresbecken und Landseen solche Anhäufungen und an Küsten Versenkungen von Wäldern vorkommen. Thierische Massen veranlassen nur selten eine Art von Kohlenbildung, bei den meisten fossilen Kohlen ist der pflanzliche Ursprung unverkennbar und läfst sich sogar noch durch die feinste Organisation unter dem Mikroskope nachweisen.

Nichts gleicht mehr einem verschütteten Torflager als z. B. jene Braunkohlenlager der Gegend von *Zeiz*, in deren erdiger Hauptmasse einzelne Stämme und Wurzelstöcke als bituminöses Holz erhalten sind, und deren Mächtigkeit so äufserst ungleich ist. Andere Kohlenlager bestehen fast ganz aus offenbar zusammengeschwemmten Blätteranhäufungen, oder aus fossilem Holze, dessen Stämme zuweilen wie von einem Sturmwinde alle nach derselben Richtung hin umgebrochen worden sind.

Es ist schon erwähnt worden, dafs ein sehr gewöhnliches Product der Vegetation, die Humus- oder Bodendecke vorweltlicher Vegetationsepochen, nur äufserst selten aufgefunden wird. Ein Fall dieser Art ist jedoch durch den Holzschnitt Nr. 30, S. 118 dargestellt worden, wo in der schwarzen Bodenschicht sogar noch die Stöcke oben abgebrochener Baumstämme wurzeln.

---

5. Durch die Lebensthätigkeit der Thiere

oder durch die Anhäufung ihrer festen Schalen oder anderer Theile entstehen und entstanden nicht nur die Koral-

lenriffe und gewisse, fast nur aus Muschelschalen oder Knochenstücken zusammengesetzte Gesteine (vergl. No. 20), sondern auch die in neuerer Zeit so zahlreich aufgefundenen Infusorienlager und Infusoriengesteine. Zu diesen gehören namentlich: Kieselguhr, Polirschiefer, Trippel, vieler Raseneisenstein, Feuerstein und Halbopal und sogar ein grofser Theil der Kreide. Es sind vorzugsweise die aus Kieselerde bestehenden Schalen oder Panzer gewisser Infusorienarten, welche durch ihre Anhäufung und lockere oder feste Verbindung zu Bildung solcher Gesteine beitragen.

Beispiel.

27) **Gesteinsbildung durch Infusorien.** — Es ist besonders **Ehrenberg**, welcher viele Untersuchungen über die Zusammensetzung und Entstehung von Gesteinen aus Infusorienresten angestellt und in einer aus den Acten der Berliner Akademie besonders abgedruckten Abhandlung über die fossilen Infusorien und die lebendige Dammerde, sowie in seinem grofsen Werke über die Infusorien (1838) niedergelegt hat. Er beobachtete Teichschlamm, welcher zu ⅔ aus Infusorien bestand, er sah im *Berliner Thiergarten* auf den stehenden Wässern händehohe Schichten dieser Thiere in kurzer Zeit entstehen, ja es gelang ihm sogar, den natürlichen Trippel, welcher seinen Untersuchungen zufolge aus lauter Kieselpanzern von Infusorien besteht, durch Ausglühen lebender Infusorien täuschend nachzuahmen. Ein Cubikzoll dieses Trippels enthält nach seiner Schätznng die festen Schalen von 41000 Millionen Individuen, dennoch dürfte gar keine lange Zeit nöthig sein, um diese Masse aus einem einzigen Individuum entstehen zu lassen, da diese Thierchen sich so aufserordentlich vermehren, dafs in 48 Stunden aus einem Individuum ungefähr 8 Millionen entstehen können.

Es ist besonders die Familie der *Bacillarien* (Stabthierchen), welche fossil gefunden wird und zur Bildung von Gesteinen beiträgt, und in ihr sind es vorzugsweise die Gattungen *Xanthidium*, *Pyxidicula*, *Galionella*, *Navicula* und *Bacillaria*. Die Stein- und Schichtenbildung durch diese Thierchen kann theils in Sümpfen und Landseen, theils auf dem Meeresboden erfolgen. Die Gesteine, welche bis jetzt als zum Theil oder ganz aus Infusorien bestehend erkannt wurden, sind namentlich das Bergmehl von *Santafiora*, *Degernfors* und aus der *Lüneburger Haide*, der Polirschiefer von *Cassel*, *Bilin*, *Riom* in *Auvergne*, *Jastraba* in *Un-*

garn, *Zante* und *Oran*, die Kieselguhr von *Isle de France*, *Franzensbad* und *Kymmene Gård*, der Saugschiefer von *Menilmontant*, viele Feuersteine der Kreide, die Kreide selbst, welche zugleich auch rein mineralische regelmäfsige Kügelchen enthält, vieler Opal, einiges Steinmark, Gelberde und einiger Raseneisenstein, welcher wie jene gröfstentheils aus einem eigenthümlichen eisenhaltigen Thierchen, der *Galionella ferruginea*, zusammengesetzt ist.

---

6. Umwandelung schon vorhandener Gesteine.

Fast jedes Gestein wird, wenn wir es eine Zeit lang starker Hitze aussetzen, einigermafsen verändert; einige schmelzen und verschlacken schon bei Rothglühhitze, andere werden unter diesen Umständen nur mürbe (wie verwittert), oder zerklüftet, durch Verflüchtigung darin enthaltener Theile calcinirt oder gebleicht, oder durch höhere Oxydation des beigemengten Eisenoxyds geröthet. Durch sehr starke Hitze werden unter günstigen Umständen alle Gesteine entweder heifsflüssig, oder sie verbrennen; durch schnellen und häufigen Temperaturwechsel werden sie sämmtlich in ihrer innersten Natur erschüttert und in Folge davon gewöhnlich mürbe. Da wir nun in der Natur Erscheinungen beobachten, welche auf ähnliche Vorgänge hindeuten, so wird es zweckmäfsig sein, die vorzüglichsten Wirkungsarten der künstlichen Hitze auf Gesteine einzeln durchzugehen und dabei überall die Analoga der Natur anzudeuten. Da aber auch Druck, aufströmende Dämpfe, Auslaugung durch Wasser und dergl. theils für sich, theils in Verbindung mit Hitze mancherlei Veränderungen an Gesteinen hervorzubringen vermögen, so müssen wir auch auf den Conflict dieser Ursachen zugleich mit Rücksicht nehmen.

Wenn Kalkstein in unverschlossenem Raume einer gewissen Hitze ausgesetzt wird, so entweicht seine Kohlensäure, und es bleibt Aetzkalk zurück. Diefs ist ein Vorgang, der in allen Kalköfen täglich benutzt wird. Wenn dagegen derselbe Kalkstein unter starkem Drucke (in luftdicht verschlossenem Raume) bis zum Weifsglühgrade des Eisens anhaltend erhitzt wird, so schmilzt er, ohne seine Kohlensäure

zu verlieren, und verwandelt sich bei langsamer Erkaltung in eine krystallinisch körnige Masse, die mehr oder weniger dem körnigen Kalkstein entspricht. Hutton schloſs diesen Vorgang aus geologischen Gründen, bevor er noch von James Hall durch Experimente bestätigt wurde.

Die leichte Zerstörbarkeit des Aetzkalkes mag es erklären, daſs seine Bildung nur äuſserst selten bei dem Contact von Kalkstein und plutonischen oder vulkanischen Gesteinen beobachtet wird, der gebildete Aetzkalk wurde schnell durch atmosphärische Feuchtigkeit aufgelöst und entfernt, wo nicht ganz besondere Umstände dieſs verhinderten, wie bei einigen wenigen von Basalten umschlossenen, in Aetzkalk verwandelten Kalksteinbruchstücken. Die meisten dieser Einschlüsse sind fast unverändert geblieben, weil für Aetzkalkbildung die Einhüllung zu luftdicht, für Schmelzung aber die Temperatur noch zu niedrig war.

Ziemlich häufig ist dagegen in der Natur schon die andere Art der Umwandlung des Kalksteins durch Hitze beobachtet worden; basaltische Durchsetzungen haben z. B. in ihrer Nachbarschaft die Kreide *Irlands* an vielen Orten in körnigen Kalkstein verwandelt, und auf ähnliche Weise dürften noch viele andere körnige Kalksteine zu erklären sein, z. B. der am *Kaiserstuhl* im *Breisgau*, welcher, vielleicht durch eine eigene Art von Sublimation, zugleich Magneteisenerzkrystalle aufgenommen hat, der von *Carara*, der an der *Jungfrau* u. s. w.

Mehre Geologen nehmen nach dem Vorgange L. v. Buch's noch eine zweite Art der Umwandlung des dichten Kalksteins an, nämlich die in Dolomit, welche durch in den Kalkstein eingedrungene Talkerdedämpfe bewirkt worden sein soll. Allerdings sprechen gewisse Thatsachen für einen solchen Vorgang, z. B. das eigenthümliche locale Vorkommen, die sehr krystallinische Natur, die eigenthümliche Felsen- und Höhlenbildung des Dolomits, der Mangel aller kalkigen Muschelschalen bei den darin vorkommenden Versteinerungen, welche verzehrt zu sein scheinen, u. s. w. Durch Experimente ist derselbe jedoch nicht erwiesen, auch seine Möglichkeit überhaupt theoretisch schwer zu erklä-

ren, und er gehört defshalb zur Zeit noch unter die Probleme der Geologie und Chemie.

Wenn Kalkstein der Einwirkung von Schwefelsäure oder schwefelsaueren Dämpfen ausgesetzt wird, so bildet sich Gyps, und es kann daher wohl sein, dafs einiger Gyps der Flötzgebirge, so wie fast aller an Vulkanen vorkommende, durch eine solche Umwandlung aus Kalkstein entstanden ist. Auffallend ist es wenigstens, dafs man im Flötzgebirgsgyps so häufig unregelmäfsige oder vielfach gestörte Schichtung und fast nie Versteinerungen findet, die vielleicht bei der Umwandlung zerstört worden sind.

Wenn Braun- oder Steinkohlen einer hohen Temperatur ausgesetzt werden, während der Luftzutritt für eine eigentliche Verbrennung derselben zu gering ist, so verkohlen, verkoaksen sie, d. h. es entweicht ihr Schwefel- und Bitumengehalt, und sie nehmen dabei oft eine stängliche oder säulenförmige Structur an. Sehr ähnliche Erscheinungen beobachtet man mehrfach auch da, wo im Vergleich zu den Kohlen jüngere Basalte oder Porphyre mit denselben in Berührung getreten sind, z. B. am *Meifsner* in *Hessen*, bei *Waldenburg* in *Schlesien*.

Zuweilen kommt jedoch in der Natur auch der Fall vor, dafs z. B. erdige Braunkohle in der Nähe von Basalt in dichte Pechkohle umgewandelt worden ist; diefs dürfte dann eingetreten sein, wenn sich die Kohle unter solchem Druck und Verschlufs befand, dafs das frei gewordene Bitumen nicht entweichen konnte, sondern vielmehr eine Art von Auflösung oder Schmelzung der ganzen Kohlenmasse veranlafste.

Die aus Sandstein bestehenden Gestellsteine der Hohöfen werden durch Einwirkung der Hitze gewöhnlich säulenförmig abgesondert, und eine ähnliche Structur nehmen oft auch diejenigen Sandmassen an, welche sich auf den Böden der Glashäfen ansammeln, indem beide zugleich ein geschmolzenes Ansehen erhalten. Es ist wohl möglich, dafs diese Säulenform erst bei dem Erkalten eintritt, aber so viel ist gewifs, dafs viele Sandsteine, welche mit Basalten in Berührung gekommen sind, genau dieselbe Structur und

z. Th. auch ein ähnliches geschmolzenes Ansehen angenommen haben. Ganz besonders deutliche Fälle dieser Art finden bei *Büdingen* in *Hessen*, bei *Johnsdorf* unweit *Zittau* und an vielen Basaltbergen des nördlichen *Böhmens* statt. Auch Schieferthon, Thonschiefer, Thoneisenstein u. s. w. sind zuweilen durch Hitze säulenförmig oder stänglich abgesondert. Einige Sandsteine werden durch Einwirkung der Hitze gebleicht, andere geröthet, je nachdem Eisenoxyd, Kohlenstoff oder dergleichen sie färbten, und diese Erscheinungen finden beide auch an Sandsteinen statt, die mit Laven, Basalten oder selbst älteren plutonischen Gesteinen in Berührung stehen.

Thon und Schieferthon werden durch Brennen hart (Ziegel, Töpfe) und, da sie gewöhnlich viel Eisenoxyd enthalten, zugleich gelb, roth und braun gefärbt. Ist die Hitze sehr stark, so schmelzen sie zu Silicaten (Porzellan). Auf ganz ähnliche Weise sind dieselben vielfach durch Kohlenbrände verändert und in gebrannten Schieferthon, Porzellanjaspis und Erdschlacke umgewandelt worden, einige von Basalten eingeschlossene Schieferthonfragmente haben eine jaspisartige Natur angenommen (Basaltjaspis), und selbst an den Gränzen von Grünstein, Porphyr und Granit finden sich ähnliche jaspisartige Bildungen, die wohl dieselbe Erklärung in Anspruch nehmen können (Hornfels).

Sehr wahrscheinlich ist es, dafs sowohl Sandstein als Thon, Schieferthon und Thonschiefer zuweilen in ziemlicher Ausdehnung durch die Hitze plutonischer Gesteine an deren Gränzen gehärtet worden sind; doch dürfte man zu weit gehen oder einen falschen Weg einschlagen, wenn man dadurch, oder mit Keferstein und Keilhau durch eigenthümliche, chemisch unerklärte, nie beobachtete, durch keine wahren Uebergänge nachgewiesene, innere Gährung aus ihnen Porphyr, Glimmerschiefer, Granit und dergleichen entstehen läfst, oder wenn man mit Hutton annimmt, alle Sandsteine wären nur durch Einwirkung unterirdischer Hitze erst fest geworden.

Viele Geologen (Boué, L. v. Buch, Lyell u. s. w.) nehmen allerdings an, dafs Gneifs und Glimmerschiefer durch

einen Umwandlungsprocefs aus Thonschiefer und sogar aus Schieferthon entstanden seien, und zwar durch irgend einen Act plutonischer Thätigkeit, durch Eindringen von Dämpfen bei der Eruption der Granite und Porphyre, durch blofse Hitzeinwirkung, durch Umschmelzen oder dergl.

Dieser, wie den zuvor genannten Hypothesen, fehlt jedoch zur Zeit noch die Grundlage der experimentellen Erfahrung, sowie der theoretischen Chemie, und sie scheinen z. Th. auch gegen geognostische Thatsachen zu verstofsen.

So sind z. B. den Thonschiefer durchsetzende Granite und Porphyre keineswegs immer zunächst von Gneifs oder Glimmerschiefer umgeben, und im Glimmerschiefer und Gneifs fehlen die Spuren derjenigen Wechsellagerungen von Schiefer, Sandstein und dergleichen, welche in der Grauwacke nie ganz vermifst werden. Den Schiefergesteinen fehlen ferner fast gänzlich fragmentarische Einschlüsse, als Spuren älterer Gesteine, während von ihnen in allen Massengesteinen und Flötzformationen zuweilen Bruchstücke gefunden werden, wodurch sie sich als die ältesten, seit ihrem Festwerden unveränderten Gesteine documentiren.

Dessenungeachtet ist nicht zu leugnen, dafs manche andere Thatsachen auf ähnliche chemisch noch unerklärte Umwandlungen sehr entschieden hindeuten, wie denn überhaupt der stets im Fortschreiten begriffenen Chemie, weil sie zur Zeit irgend etwas nicht zu erklären vermag, nie ein entscheidendes Urtheil über die Möglichkeit einer solchen Hypothese eingeräumt werden darf. Ihre Erfahrungen sind selbst noch nicht geschlossen und können durch die Geologie noch bedeutend erweitert werden. Einige Granite im Grauwacken-, Thon- und Glimmerschiefergebiete sind wirklich zunächst von Gneifsmänteln umgeben, die aber wohl auch Erhebungsränder sein könnten, und von Granit eingeschlossene Glimmerschiefer-Bruchstücke scheinen Feldspath aufgenommen zu haben. Alle versteinerungsleere Schiefergesteine deshalb für umgewandelte zu halten, ist aber weder nöthig und den Beobachtungen entsprechend, noch will es sich mit unserer allgemeinen Theorie von der

Erdausbildung vereinigen lassen, weil dadurch jeder Boden für die ersten neptunischen Niederschläge verloren geht.

Bedeutende Gesteinsumwandlungen anderer Art schreiten ununterbrochen durch die sogenannte Verwitterung, d. h. durch die zersetzende Einwirkung der Atmosphärilien auf die festen Gesteine, vor, deren Erklärung in elektrochemischen Gesetzen zu suchen ist. Einige in Wasser lösliche Bestandtheile werden gänzlich ausgelaugt, andere gehen nur neue Verbindungen ein. Der Feldspath z. B. verliert seinen Kali- oder Natrongehalt, es entsteht Kaolin, Porzellanerde, Thon. Da nun viele Gesteine zum grofsen Theil oder vorzugsweise aus Feldspath bestehen, wie Granit, Porphyr, Phonolith, so sind auch jene Zersetzungsproducte keine seltenen Erscheinungen, indem sie sich theils noch auf ursprünglicher Stelle, d. h. da, wo sie durch Zersetzung entstanden, befinden, theils durch Wasserfluthen gewisse Strecken fortgeführt und dann angehäuft worden sind. Die Hornblende- und Augitgesteine gehen durch Verwitterung in jene unbestimmten erdigen Massen über, die man gewöhnlich mit dem Namen Wacke bezeichnet, indem man oft das Urgestein durch ein Beiwort, z. B. »basaltische« Wacke, andeutet. Manches, was den Namen Wacke erhält, wird jedoch wohl schon bei seiner Entstehung nicht krystallinisch entwickelt gewesen sein. — In sehr eisenreichen Gesteinen wird durch Verwitterung oft das Eisenoxyd so vorherrschend, dafs es allein den Charakter aufdrückt. Spatheisenstein verwandelt sich zuweilen ganz in Brauneisenstein, indem die Kohlensäure entweicht, und das Eisen in eine höhere Oxydationsstufe tritt. Aehnlich verhält sich der Schwefelkies. Ganz besonders heftig zersetzend wirken manche an Vulkanen sich entwickelnde Dampf- und Gasarten, wovon oben bereits die Rede gewesen. Uebrigens wird uns die Verwitterung in dem Abschnitt über Bodenkunde nochmals beschäftigen, weshalb diese Andeutungen für jetzt hinreichen mögen.

---

7. Mechanische Einwirkungen empordringender Gesteine auf vorhandene.

Von der Bildung der Reibungsbreccien und Conglomerate war bereits früher die Rede, aufserdem beobachtet man aber an den Gesteinsgränzen zuweilen noch sehr auffallende Erscheinungen, welche durch mechanische Kräfte veranlafst worden sind, und die sich theils durch Beurtheilung nach physikalischen Gesetzen ohne Weiteres deuten lassen, theils sogar auf dem Wege des Experimentes nachgeahmt werden können.

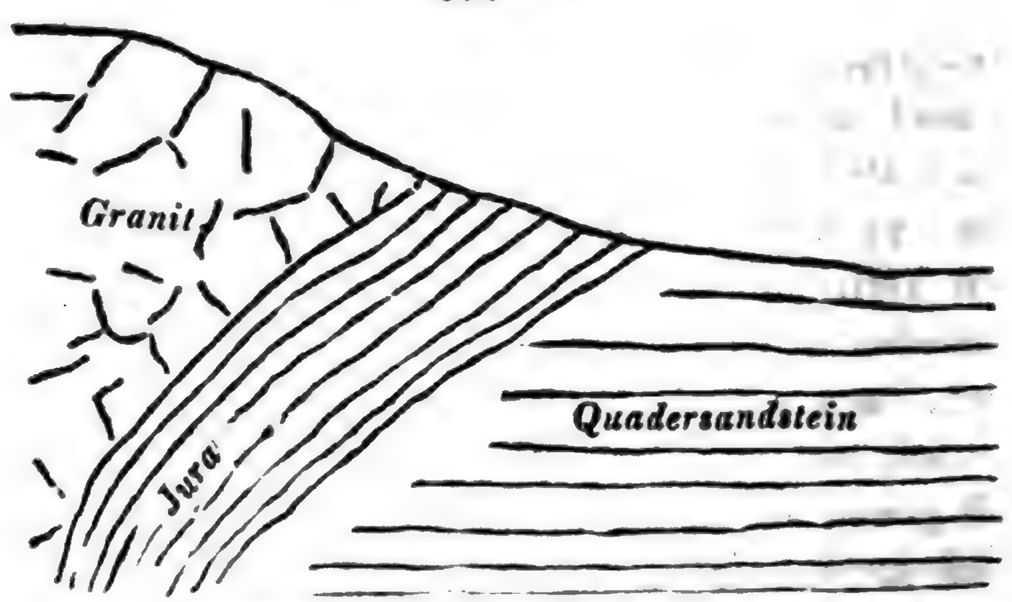
Schichten, von denen man aus guten Gründen vorauszusetzen hat, dafs sie sich in ziemlich horizontaler Richtung ablagerten, in welcher Lage sich auch ihre Fortsetzungen noch befinden, sind durch die Eruption von Massengesteinen steil aufgerichtet oder sogar gänzlich umgekehrt worden, so dafs das Oberste zu unterst liegt, wobei sie vielfach zertrümmert und gebogen wurden. Was früher zusammenhing, ist durch dazwischen eingedrungene Masse getrennt, und einzelne Theile sind in ein ganz anderes Niveau mit fortgerissen worden. Aehnliches ereignet sich noch oft genug an Vulkanen, obwohl der Weg ihrer Eruptionen weit mehr fixirt ist als der der Massengesteine.

Ganz besonders auffallend sind bei den Schiefergesteinen oft die aufserordentlichen Windungen ihrer Lamellen, die durch gewaltsamen Druck zu einer Zeit hervorgebracht zu sein scheinen, als die Schiefermasse noch nicht völlig erhärtet war. James Hall hat diese Erscheinung durch ein sehr gelungenes Experiment nachgeahmt, indem er dünne farbige Thonschichten parallel übereinander legte, von oben stark belastete und nun von den Seiten her mit grofser Gewalt zusammenprefste, wodurch sie sich in ganz ähnliche Falten und Windungen zusammenschoben, wie man am Gneifs, Glimmerschiefer, Thonschiefer und Grauwackenschiefer so häufig zu beobachten Gelegenheit hat, an letzterem z. B. sehr schön bei'm *Kugelbad* unweit *Prag*. Die pressenden Kräfte dürften bei diesen Gesteinen theils ihre eigene Schwere, theils durchdringende Massengesteine gewesen zu sein. (Vergl. Holzschnitt 7. S. 76.)

Beispiele.

28) Umkippung bei Hohnstein. — Eine ganz besonders auffallende Verstürzung der ursprünglichen Lagerungsverhältnisse findet an der südwestlichen Gränze des *Lausitzer* Granites gegen die Glieder der *sächsischen* Kreidegruppe zwischen *Meifsen* und *Libau* in *Böhmen* statt. Diese ganze Gränze entlang findet sich der Granit senkrecht neben, oder sogar schräg über dem Pläner und Quadersandstein lagernd, mehrfach sind zugleich die Schichten dieses letzteren steil aufgerichtet, und bei *Hohnstein* liegen sogar zwischen dem Granit und Quadersandstein und zwar unter jenem, über diesem, einige Schichten der Juraformation, welche auch an sich selbst in verkehrter Ordnung über einander folgen.



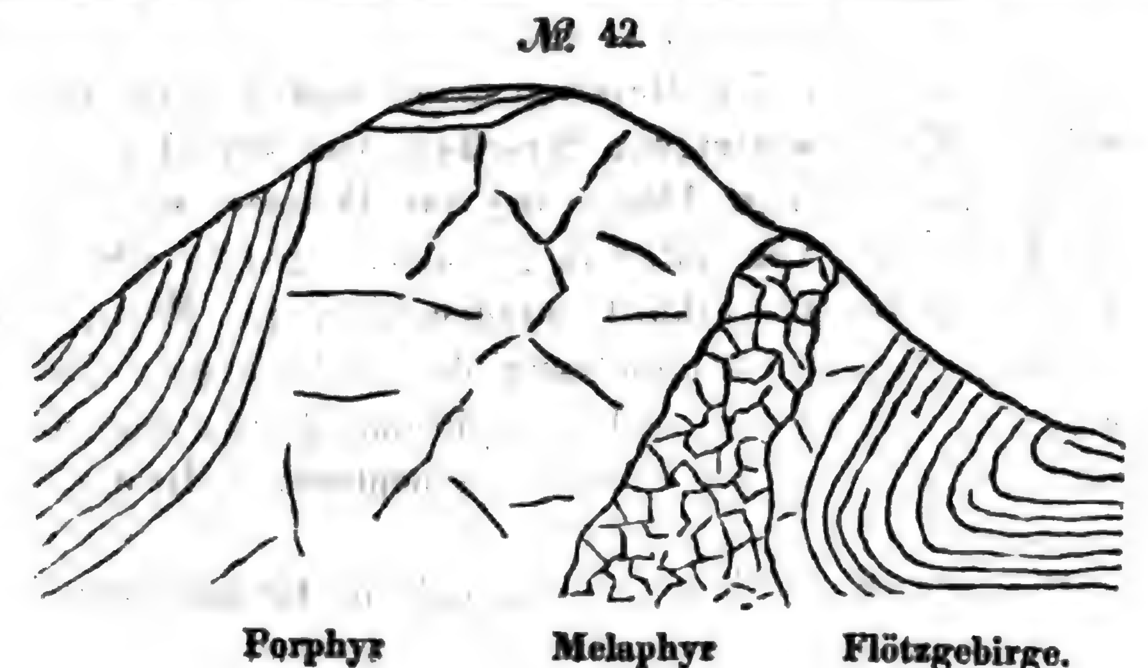


Dieses ganze Lagerungsverhältnifs ist offenbar kein ursprüngliches, sondern ein durch gewaltsame Bewegungen hervorgebrachtes. Aus vielen Umständen geht deutlich hervor, dafs der Granit hier wie anderwärts früher fest war als die Jura- und Quadersandstein-Schichten; man mufs deshalb annehmen, dafs er mit einigen daran hängenden Juratheilen im schon festen Zustande durch vulkanische (plutonische) Kräfte erhoben und an seinem Südrande über die durchbrochenen Sandsteinschichten übergekippt worden ist. Ein empordrängendes Agens ist an dieser Gränze nirgends deutlich als solches zu erkennen oder überhaupt nicht zum Vorschein gekommen. Es dürfte diefs als ein Beispiel sogenannter trockener Hebung und dabei stattfindender Schichtenstörung anzusehen sein, welches zwar nicht durch grofsartige Bergformen, wohl aber durch ungemeine Deutlichkeit und sehr weite geradlinige Ausdehnung vor vielen sich auszeichnet. (Vergl. *B. Cotta*, geognostische Wanderungen II.)

29) Hebung am Thüringer Walde. — Ganz ähnliche Erscheinungen bietet der *Thüringer Wald* an beiden Abhängen dar; dort ist ein früher nur flacher Porphyrrücken, der eine von Koral-

lenriffen der Zechsteinzeit umgebene Landzunge bildete, nach Ablagerung des Keupers durch Melaphyreruptionen zum Gebirge erhoben worden, wodurch zu beiden Seiten sich die anliegenden Schichten nicht nur aufrichteten, sondern stellenweise gänzlich übereinander beugten, während einzelne Fragmente derselben losgerissen und zu beträchtlichen Höhen erhoben wurden.

№ 42.



Porphyr Melaphyr Flötzgebirge.

Gestalt der Gesteinskörper.

(Die Flötzgebirge bedecken den vorhandenen Boden, welchen die Schiefergesteine zuerst bildeten, die Massengesteine haben verschieden geformte Oeffnungen in demselben ausgefüllt.)

Die Gestalt der durch Wasser abgelagerten Gesteine, der Flötzformationen, erklärt sich in der Regel sehr leicht, sie entspricht mehr oder weniger dem Boden des Wassers, in welchem der Niederschlag erfolgte. In den oberen Schichten gleichen sich die etwaigen Unebenheiten des Bodens immer mehr und mehr aus, die Oberfläche mächtiger Ablagerungen nähert sich daher gewöhnlich der Ebene, und ihre Gestalt der Plattenform, wenn sie nicht durch spätere Störungen, Hebungen, Thalauswaschungen und dergleichen verändert worden ist. Durch solche spätere Auswaschungen mufs auch ein Theil der Höhlen in den Gesteinen erklärt werden, während einige andere von Spaltungen oder von Gasentwickelungen herrühren mögen.

Die krystallinischen Schiefergesteine bilden ausgedehnte

Gebiete, größere oder kleinere Schollen, deren ursprüngliche Begränzung nicht zu erkennen ist, da sie z. Th. von Flötzgebilden überlagert, z. Th. von neueren Massengesteinen unterbrochen sind. Diese Gestalten stimmen sehr gut mit unserer Theorie, nach welcher ihr Zusammenhang einst unbegränzt gewesen sein muſs.

Die Gestalten der Massengesteine sind wie die mineralogische Zusammensetzung derselben von der Art, daſs sie nicht durch ruhige Ablagerung aus Wasser, wohl aber durch Einpressen von unten in gewaltsam geöffnete Spalten und ähnliche Räume erklärt werden können. Betrachten wir unter dieser Voraussetzung die Sache näher, indem wir zugleich bedenken, daſs gewaltsame Zerspaltungen an sich schon mehr auf vulkanische als neptunische Kräfte hindeuten.

Die den Beobachtungen zugängliche Gestalt der aus dem Erdinneren emporgequollenen plutonischen Massen wird von der Kraft und Quantität abhängen, mit der sie empordrangen, sowie von der Natur und Dicke der zu durchbrechenden schon festen Gesteinskruste. Die Laven der thätigen Vulkane dringen, wie wir gesehen haben, gewöhnlich aus ziemlich engen Spalten hervor, welche durch vulkanische Kräfte in der Nähe des Kraterkanales aufgesprengt werden. Der Kraterkanal selbst aber ist für sie meist schon aus früheren Zeiten vorhanden.

Auf ähnliche Weise, mehr im Groſsen angewendet, erklären sich auch die Gestalten der plutonischen Gesteinskörper.

Wenn irgend eine Masse mit hinlänglicher Kraft auf eine spröde Wand wirkt, so wird diese zersprengt, indem sich fast stets Spalten bilden. Dabei finden hauptsächlich folgende in der Geologie anwendbare Modificationen statt:

1) Ist die drängende Masse flüssig und wirkt sie gleichzeitig auf eine groſse Fläche der verhältniſsmäſsig zur Kraft und Druckfläche nicht sehr dicken Wand, so wird die letztere zunächst etwas nachgeben, sich blasenartig erheben, dann aber entsteht, wie wenn man eine Fensterscheibe mit der flachen Hand zerdrückt, ein aus vielen Spalten zusammen-

gesetzter Durchbruch von grofser Oeffnung. Auf diese Weise erklären sich die ausgedehnten, oft mit gangförmigen Ausläufern versehenen Gebiete der Granite und Porphyre, in welchen einzelne Schieferschollen schweben. Ist dabei irgend eine Richtung der Zerspaltung besonders vorherrschend, so wird der Durchbruch leicht eine elliptische Gestalt erhalten, und durch immer gröfseres Vorherrschen dieser Richtung geht die Ellipse endlich in ein System von Parallelspalten über.

2) Wirkt die flüssige Masse durch Wellenbewegung auf die starre Wand, so werden die Spalten von der Richtung der Wellenaxen die vorherrschenden sein; der ganze Durchbruch wird in dieser Richtung die gröfste Ausdehnung erhalten, den Hauptbruch werden aber gewöhnlich parallele Nebenspalten begleiten. Manche langgestreckte Gesteinsrücken — mächtige Gänge — mögen auf diese Weise emporgetreten sein.

3) Wirkt dieselbe flüssige Masse mit derselben Kraft auf eine dickere Wand oder Kruste, so wird nicht mehr eine so allgemeine Zertrümmerung und grofse Oeffnung hervorgebracht werden, sondern sie wird durch einzelne lange Spalten einen Ausweg finden. Porphyrgänge.

4) Ist der Druck der flüssigen Masse ganz besonders heftig auf einzelne Punkte der spröden Wand concentrirt, so wird sich das ereignen können, was bei Durchschiefsung einer Fensterscheibe mit einer Gewehrkugel geschieht, d. h. es wird eine runde Oeffnung ohne Spalten als Ausweg für die drängende Flüssigkeit entstehen. Hierher gehören einzelne Basaltkuppen mit Stielen, welche ausgefüllten Kratern gleichen, sowie viele Kraterkanäle selbst. Durch langsamere Wirkung auf einen Punkt entstanden wahrscheinlich Erhebungskrater mit aufgerichteten Rändern.

Auch die Natur der zu durchbrechenden Wand hat sehr wesentlichen Einflufs auf alle diese Erscheinungen; ist sie in gewissem Grade biegsam und nachgiebig, so wird vor ihrem Bersten eine Auftreibung eintreten; ist sie schieferig aus Lamellen zusammengesetzt, so wird das Bersten leicht in der Richtung dieser Lamellen erfolgen (Grünsteinverzweigungen im Thonschiefer), und zwischen geschich-

teten Gesteinen öffneten sich die Spalten oft am leichtesten der Schichtung parallel, wodurch z. B. die scheinbaren Basaltlager zwischen Kreide- oder Muschelkalkschichten entstanden.

Somit sind die Gestalten der plutonischen Massengesteine im Grunde fast sämmtlich von der Form der Spalten oder anderen Oeffnungen abhängig, welche bei ihrem Empordringen in der festen Erdrinde entstanden. Nur die Form der über die Oeffnung emporquellenden oder stromartig überfliefsenden Massen ist eine etwas selbstständigere, d. h. sie hängt aufser der Gröfse der Oeffnung ganz vorzüglich von dem Flüssigkeitsgrade und der nachdrängenden Kraft ab. Die Laven unserer Vulkane bilden nur selten kegelförmige Anhäufungen über ihrer Ausflufsöffnung, sie ergiefsen sich vielmehr gewöhnlich in lang ausgedehnte Lavaströme, während die Basalte sich zu hohen Kegeln aufgethürmt haben, deren Form und Höhe von dem Drucke und dem Flüssigkeitsgrade ihrer Masse abhängig war, und die nur selten in Strömen vorgefunden werden. Noch weniger scheinen die Trachyte, Porphyre, Grünsteine und Granite zu stromartigen Verzweigungen (Ausbreitungen) geeignet gewesen zu sein, sie haben sich vielmehr in zuweilen hohen Bergmassen über den Eruptionsöffnungen aufgethürmt, ein Umstand, der, allerdings im Widerspruch mit der Erkaltungstheorie, einen geringeren Flüssigkeitsgrad für sie anzudeuten scheint. Wir werden aber später sehen, wie dieser scheinbare Widerspruch durch ihre gröfsere Strengflüssigkeit u. s. w. sich löst.

Eine besondere Berücksichtigung verdienen wegen ihrer lehrreichen Gestalt noch die vorzugsweise sogenannten Gänge, namentlich die Erzgänge. Sie liefern uns die schönsten Beispiele dafür, dafs die natürlichste Folge des Berstens einer festen Kruste immer Spalten sind, und zwar Spalten, deren Längen- und Tiefen-Ausdehnung mit der Dicke der berstenden Kruste und mit der Gröfse ihrer Oeffnung (Mächtigkeit) in einem gewissen Verhältnisse steht. Aus dieser Spaltennatur der Gänge läfst sich nämlich *a priori* schliefsen, dafs die durch Bewegungen des heifs-

flüssigen Erdkernes veranlafsten Gangspalten in ungemessene Tiefen niedersetzen und dafs auch ihre Längenausdehnung in der Regel weit beträchtlicher sein mufs, als dieselbe bisher durch den Bergbau bekannt geworden ist. Alle diese Umstände sind durch die genauen Forschungen der neuesten Zeit bestätigt worden. Noch bei keinem Gange, dessen Natur auf eine plutonische Entstehung der Ausfüllung oder auch nur der Spalte hindeutet, hat man das untere Ende erreicht; denn locale Zusammenschnürungen können nicht als Beendigungen angesehen werden, sobald sich nur noch eine Spur der Spalte weiter verfolgen läfst. Fast alle diese Gänge dehnen sich schon für unsere Beobachtung auf aufserordentliche Längen aus, obwohl die nicht sehr mächtigen sehr schwierig zu verfolgen sind, sobald nicht ausdauernder Erzgehalt ihren bergmännischen Abbau an vielen Punkten veranlafst hat. Die *Freiberger* Erzgänge sind gröfstentheils auf die Länge einer halben bis zu einer ganzen Meile bekannt, ohne dafs damit ihre wirklichen Enden erreicht wären; die Porphyrgänge derselben Gegend lassen sich 2 bis 4 Meilen weit verfolgen, ebenso die Quarzgänge der *Lausitz* und *Nord-Böhmens*. Der sogenannte Pfahl, ein mächtiger Quarzgang des *Böhmer Waldes*, besitzt eine Längenausdehnung von mehr als 20 Meilen.

Einmal von den Erzgängen handelnd, sei es erlaubt, hier auch ihre Ausfüllungsweise zu berühren. Es können diese Spalten möglicher Weise von oben oder von unten ausgefüllt worden sein, von oben durch Krystallisiren aus einer Auflösung, durch mechanisches Zurollen, oder Zuschwemmen, von unten durch aufdringende heifsflüssige Masse, durch Dämpfe, durch heifse oder mineralische Quellen, oder endlich durch mechanisches Zuschieben. Alle diese Ausfüllungsweisen finden bei Gängen überhaupt wirklich statt und werden von je her stattgefunden haben, weshalb auch für die Gesammtheit der Erzgänge keine der sogenannten 4 Theorieen der Descension, Ascension, Congeneration und Lateral-Secretion unbedingt gültig sein dürfte. Die letzteren beiden dieser Theorieen, welche eine Aussonderung der Gangmassen aus dem Nebengestein annehmen, be-

ruhen überhaupt auf keinen in der Natur nachgewiesenen Analogieen und sind deſshalb als unbegründet zu verwerfen.

Entstehung der äuſseren Formen der Erdoberfläche.

(Die vulkanische Thätigkeit bildet Gebirge und Berge, das Wasser furcht Thäler aus und läſst dazwischen Erhöhungen stehen.)

Erhöhungen. Der vulkanischen Thätigkeit haben wir oben die positive Störung der ebenen Erdoberfläche zugeschrieben, während sich das Wasser im Allgemeinen als nivellirend und nur secundär als Unebenheiten veranlassend zeigt, d. h. das Wasser trägt keine Berge und Gebirge auf, seine Bodensätze sind höchstens flach undulirt, und wenn es sich zerstörend bewegt, so furcht es Vertiefungen, Thäler, aus, zwischen denen allerdings zuweilen Hügel und Berge stehen bleiben, die es aber offenbar nur auf einem negativen Wege bewirkt.

Anders ist es, wie gesagt, mit der vulkanischen Thätigkeit; sie erhebt ganze Landstriche über ihr früheres Niveau, den Boden des Meeres über seine Oberfläche, wirft einzelne Berge auf und hat offenbar die vorhandenen Festländer, Inseln und Gebirge vorzugsweise veranlaſst, letztere durch besonders intensive Thätigkeit. Deshalb findet auch in den meisten Gebirgen eine so auffallende Störung der ursprünglichen Schichtungsverhältnisse, ein so groſser Wechsel der Gesteine statt, was nicht der Fall sein würde, wären sie durch ruhigen Niederschlag aus Wasser aufgethürmt worden. Nicht nur vorhandene feste Massen werden durch die vulkanische Thätigkeit erhoben, sondern auch neue (erkaltende Gesteine) zu Bergen oder kleinen Gebirgen aufgehäuft. Es entstehen sonach durch sie Erhöhungen auf zweierlei Weise:

1) durch Hebung des Vorhandenen, und

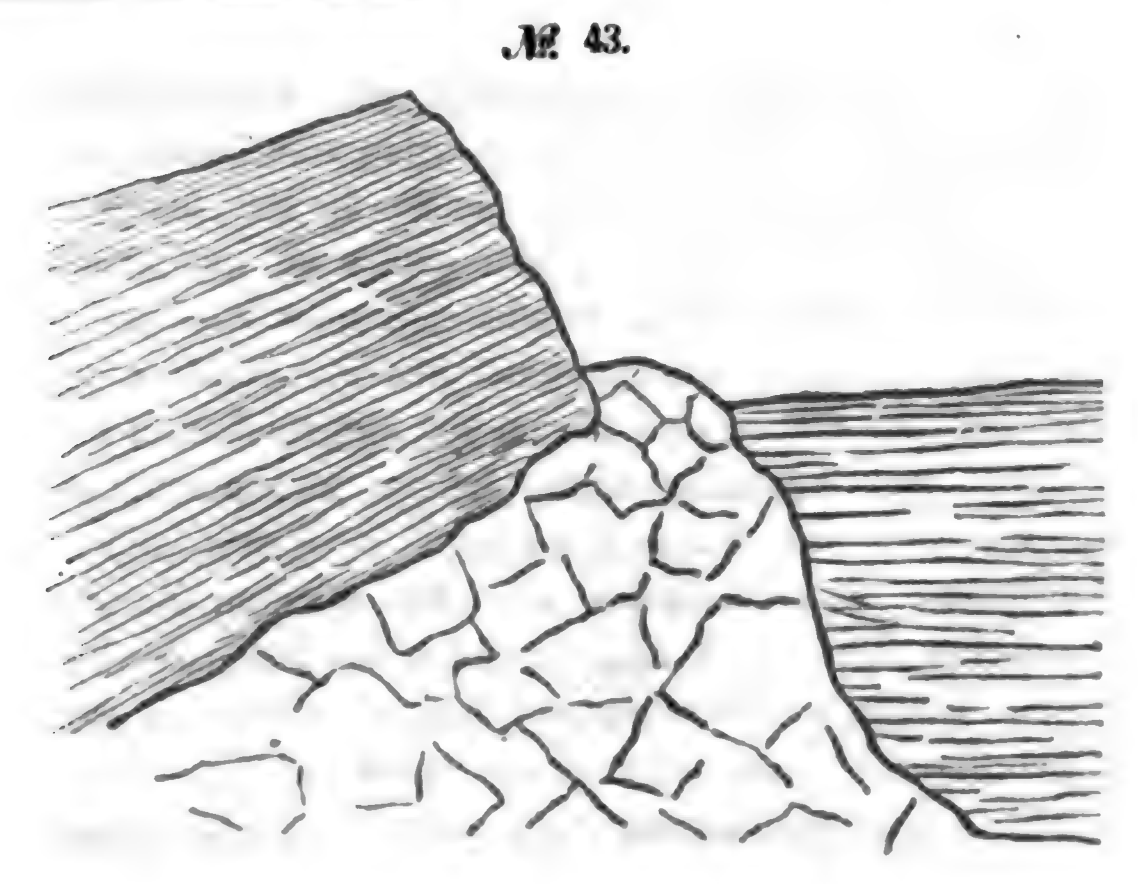
2) durch Empordrängen neuer Gesteinsmasse,

wovon die erstere die mächtiger und groſsartiger wirkende Weise ist.

Die Form der auf eine dieser Arten entstandenen Län-

der, Inseln, Gebirge und Berge richtet sich natürlich gröfstentheils nach den bereits S. 386. erörterten Umständen, nach der Ausdehnung, Art und Stärke der unterirdischen Kraftäufserung, nach der Art und Stärke des Widerstandes der festen Kruste, sowie nach dem Flüssigkeitsgrade der etwa emporquellenden Gesteinsmassen. Auch hierbei mufs das Gesetz der Spaltenbildung eine Hauptrolle gespielt haben. Nachgiebigkeit der Masse oder vielfache unregelmäfsige Zerspaltung konnte mit Erhebung ganzer Landstriche oder dem wirklichen Durchbruche weit ausgedehnter Massengesteine verbunden sein, radiale Zerspaltung wird Massengebirge, parallele durch besonders lang ausgedehnte Spalten die vorzüglich häufigen Kettengebirge veranlafst haben. Dabei findet für letztere ein auffallender, in der Natur häufig beobachteter Unterschied der Gestalt statt, je nachdem nur eine, oder beide Seiten der Gebirgsspalten erhoben wurden. Die einseitige Erhebung hat jene Gebirgsketten veranlafst, deren einer Abfall viel steiler ist als der andere, was z. B. bei'm *Erzgebirge* recht auffallend der Fall ist. Es ist nämlich ganz natürlich, dafs bei solcher einseitiger Erhebung der Bruchrand in der Regel steiler ist als der gegenüber liegende, was durch die nachstehende Skizze am leichtesten deutlich werden dürfte.

№ 43.



Die Erhebung beider Gebirgshälften veranlafste gleich geneigte flache Abfälle, häufig auch Längenthäler, und durch Erhebung einer von zwei parallelen Spalten eingeschlossenen Masse können beide Abfälle sehr steil werden. Einen ganz besonderen Einflufs auf die Gestalt der Gebirge scheint es gehabt zu haben, wenn zwei oder drei Erhebungsrichtungen oder Spaltensysteme sich kreuzten, wodurch dann jener verworrene Gebirgsbau hervorgebracht wurde, der z. B. das *Fichtelgebirge* auszeichnet, welches den Gebirgsknoten des *Erzgebirges*, des *Böhmer* und des *Thüringer Waldes* bildet.

Die meisten und höchsten Gebirge der Erde scheinen erst in verhältnifsmäfsig ziemlich neuer Zeit und zwar durch grofsartige Spaltenbildung und Hebung der festen Kruste entstanden zu sein, ohne dafs dabei Massengesteine in grofser Ausdehnung hervortraten, wie das früher bei den deshalb weniger bedeutenden Erhebungen durch granitische und porphyrische Eruptionen gewöhnlich der Fall gewesen ist. Der Grund dieser Verschiedenheit liegt wahrscheinlich in der Zunahme der erstarrten Kruste an Dicke, da es nun dem heifsflüssigen Inneren nicht mehr so leicht werden konnte, diese Kruste in grofser Ausdehnung zu durchdringen und sich an der Oberfläche auszubreiten.

Durch diese fortwährende Stärkezunahme der festen Kruste sind überhaupt die Auswege des heifsflüssigen Inneren immer enger und seltener geworden und haben sich zuletzt als Krater förmlich fixirt. Selbst die Erhebungen ganzer Landstriche sind jetzt gegen früher so unbeträchtlich, dafs man bei den meisten derselben einige Zeit zweifelte, ob sie auch wirklich stattgefunden haben. Auch sogar die Kreise der um die Krater herum oft aufgerichteten Schichten haben sich allmählig immer enger zusammengezogen; denn während die durch Leopold v. Buch so berühmt gewordenen, wahrscheinlich nur den ältesten Zeiten echt vulkanischer Thätigkeit angehörenden Erhebungskrater oft viele Meilen im Durchmesser haben, erreichen die jetzt thätigen Krater kaum über einige 1000 Schritt.

Diese Erhebungskrater sind eine für die Geologie sehr

wichtige Erscheinung und haben schon zu vielen Discussionen Veranlassung gegeben. Es behaupten nämlich einige Geologen, diese grofsen Ringwälle oder alten Kraterränder seien, wie alle vulkanischen Kegel selbst, nicht durch Hebung und Aufrichtung vorhandener Massen, sondern durch allmählige Anhäufung von Auswürflingen, Lavaströmen und dergl. um die Ausbruchstelle herum entstanden, so nämlich, dafs jene älteren weiteren Kraterränder als die Ueberreste eingestürzter sehr grofser Kegel anzusehen seien. Andere dagegen halten nach dem Vorgange L. v. Buch's diese concentrischen Berg- oder Schlackenwälle, z. B. die *Samma* am *Vesuv*, für Erhebungskrater, d. h. für erhobene Ränder, die nicht nothwendig aus vulkanischen Gesteinen bestehen müssen, innerhalb welcher aber die vulkanische Thätigkeit den eigentlichen Ausbruch bewirkte. Eines der schönsten Beispiele grofsartiger Erhebungskrater liefert z. B. die Insel *Santorin*. Nachstehendes ist die ideale Skizze eines Erhebungskraters.

№ 44.



a a — Erhebungskrater. *b* — thätiger Krater.

Ueber die parallele Richtung vieler Gebirge und die Bestimmung des Alters ihrer Hebung vergl. Elie de Beaumont's Erhebungstheorie im geschichtlichen Abschnitt.

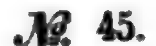
Vertiefungen. Die Vertiefungen der Meeresbecken sind nichts Anderes als bei den Erhebungen der Länder, Inseln und Gebirge zurückgebliebene oder im Gegentheil niedergesunkene Landstriche, denn die Vergröfserung derselben durch Wegspülen von Küsten und dergl. ist im Verhältnifs zu ihrer Ausdehnung kaum zu rechnen. Thäler und ähnliche Vertiefungen der Erdoberfläche werden hingegen vorzugsweise durch das Wasser ausgespült; doch

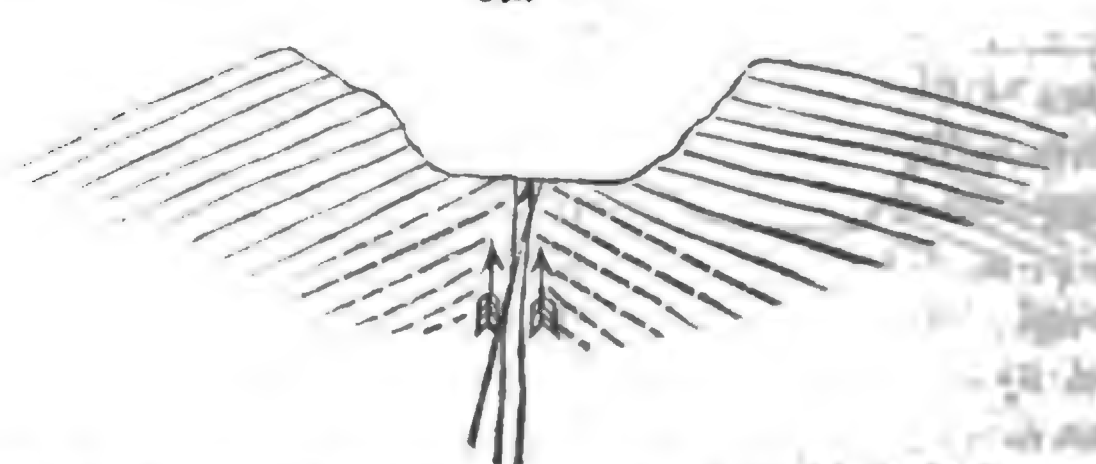
sind in Folge von Erdbeben und vulkanischen Ausbrüchen auch schon locale Senkungen des Bodens und thalähnliche Spaltungen entstanden. Wir können im Allgemeinen für die Thäler wie für die Berge, recht füglich eine doppelte Entstehungsart annehmen:

1) die durch blofse Auswaschung, und

2) die durch ihr vorhergegangene Spaltung oder Senkung des Bodens. (Spaltenthäler, Erhebungsthäler.)

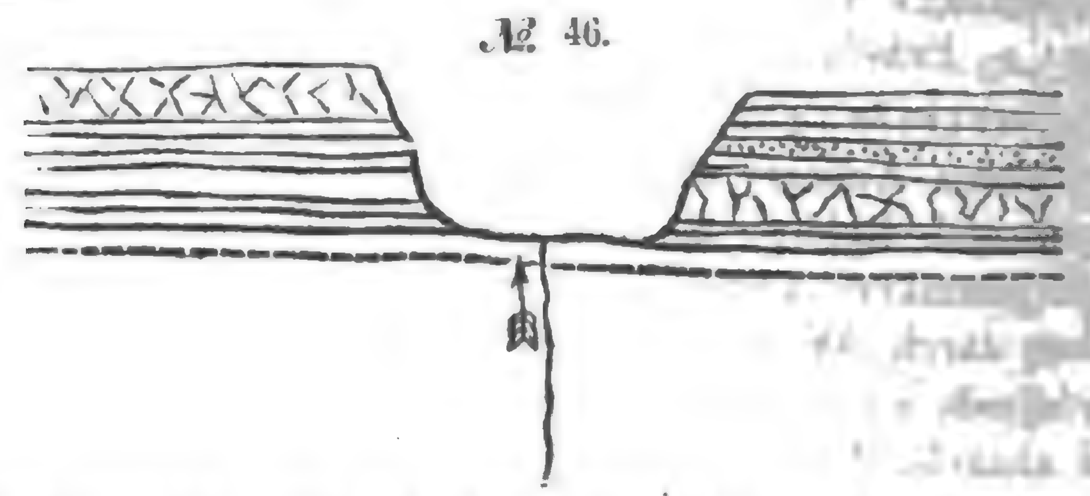
Viele Thäler durchschneiden in der That so festes Gestein, oder nehmen einen für blofse Wasserauswaschung so unnatürlichen Lauf, dafs eine vorgängige Spaltenaufreifsung mit gröfster Wahrscheinlichkeit vorausgesetzt werden mufs. Ueberdiefs findet man in einigen Flötzgebirgsgegenden sogenannte Erhebungsthäler, welche ihre erste Veranlassung durch unterirdische Kräfte ganz besonders deutlich wahrnehmen lassen, da die Schichten zu beiden Seiten vom Thale abfallen,





oder da auffallende Verwerfungen mit dem Thale zusammentreffen.

№ 46.



Die Spalten- und Erhebungsthäler *Thüringens* und

Westphalens z. B. zeichnen sich häufig durch Mineral-, Salz- oder Gasquellen aus, welche alle eine gewisse offene Verbindung mit gröfseren Tiefen voraussetzen lassen. Zu den Erhebungsthälern sind auch die meisten Kesselthäler, die sogenannten Maare der Eifel und alle wahren Erhebungskrater zu rechnen, während einige kleine Krater vielleicht vorzugsweise durch ringförmige Anhäufung der Auswürflinge entstanden sind.

Wenn demnach die vulkanische Thätigkeit nicht nur durch die Form der Gebirge im Allgemeinen, sondern auch durch besondere vorzeichnende Spaltungen zu der Lage und Richtung vieler Thäler die erste Veranlassung gegeben haben mag, so ist doch nicht in Abrede zu stellen, dafs die eigentliche Bildung und Ausformung der meisten lediglich vom Wasser herrührt. Es wählte dasselbe bei seinem Ablaufe von den Gebirgen stets den nächsten und am leichtesten auszufurchenden Weg, sei dieser nun durch Spalten oder nur durch verschiedene Abdachung der Oberfläche und Festigkeitsgrade der Gesteine vorgezeichnet gewesen. Festere Steinmassen spülte es auf diese Weise aus weicheren heraus, und so entstanden viele Windungen der Thäler, Thalberge (in Thäler hinein ragende Berge oder Bergvorsprünge). Selbst viele Kuppen fester Gesteine auf den flachen Abfällen der Gebirge verdanken offenbar dem Wasser ihre Herauswaschung aus weicherem Gestein und somit ihr Dasein als Erhöhungen.

Wo zwei Wasserströmungen sich unter Winkeln vereinigen, da setzen sie, wenn sie übrigens nichts daran hindert, ihren Lauf in der Diagonale des Parallelogramms ihrer Kräfte fort. Die Wirkung dieses Gesetzes läfst sich an der Vereinigung sehr vieler Thäler erkennen, indem das eine Thal gewöhnlich im Verhältnifs der Ausdehnung und des Falles des einmündenden Thales von seiner Richtung abgelenkt ist, wenn nicht besondere Gebirgs- oder Gesteinsverhältnisse andere Biegungen bedingten. Vielfach hat auch die Schichtung und Lagerung der Gesteine auf die Richtung und Form der Thäler einen grofsen Einflufs geübt. In Flötzgebirgsgegenden ward es dem Wasser oft

leichter, ein Thal in der Richtung des Streichens weicher Gebirgsglieder einzufurchen, als quer herüber immer neue Schichten zu durchschneiden. Liegen nun bei solchen, dem Streichen parallelen Thälern die Schichten etwas geneigt, so ist gewöhnlich dasjenige Gehänge das steilste, an welchem die Schichtenköpfe hervortreten, während das andere den flachen Einfallswinkel der Schichten zu seiner Böschung erhält.

Alle diese besonderen Erscheinungen, sowie die Auswaschung der meisten Thäler überhaupt, setzen jedoch weit gröfsere Wassermassen voraus, als gegenwärtig ihre Flüsse enthalten. Nun lassen sich zwar in manchen Thälern weit höhere Wasserstände durch alte Uferspuren an den Thalgehängen entlang nachweisen, diese würden jedoch immer noch nicht hinreichen, um Thalauswaschungen von mehren 100 bis 1000 Fufsen Tiefe, so wie die Herstellung der meist so überaus gleichförmig geneigten Thalböden zu erklären. Dazu scheinen doch noch weit gröfsere Wassermassen erforderlich gewesen zu sein, und nicht unwahrscheinlich sind die meisten Thäler Resultate des Wasserabflusses bei der Erhebung der Gebirge und Länder aus dem Meere, wobei sich nothwendig eine unermefsliche Kraft des letzteren entwickeln mufste, die wohl im Stande war, Das zu leisten, was wir erblicken.

Beispiele.

30) Verwerfung durch das Ilmthal. — Sehr deutlich giebt sich eine veranlassende Spalte an dem unteren Theile des *Ilmthales* zu erkennen, kurz bevor es in das *Saalthal* einmündet. Die aus Muschelkalk bestehenden Gehänge steigen hier zu beiden Seiten schroff in die Höhe, und eine von *Sachsenburg* über *Eckartsberga* und *Camburg* bis *Eisenberg* zu verfolgende geradlinige Aufrichtung der Schichten ist bei dem Städtchen *Sulza* durch das *Ilmthal* um mehr als eine Viertelstunde aus ihrem ursprünglichen Zusammenhange verworfen, was deutlich genug eine Bewegung der einen Thalseite und folglich eine dem Thal entsprechend gebildete Spalte verkündet. Verlängert man von hier aus, die kleineren Windungen des Flusses nicht berücksichtigend, die Richtung des *Ilmthales* gegen NO., so trifft die Linie eine grofse Strecke

mit dem *Saalthale* zusammen und berührt zugleich, von der Saline *Sulza* ausgehend, die Salinen *Kösen* und *Dürrenberg*, welche alle ihre Soole durch Bohrlöcher und Schächte aus ziemlich grofser Tiefe, wahrscheinlich aus dem Zechstein, erhalten. Man würde aber schwerlich vor 100 und mehr Jahren auf die Idee gekommen sein, hier Soolquellen in so grofser Tiefe aufzusuchen, wenn nicht salzhaltige Wässer schon von selbst zu Tage getreten wären, und daran eben scheint dieselbe Spalte Schuld zu sein, welche auch den Verlauf der Thalbildung auf grofse Ausdehnung vorgezeichnet haben dürfte. (Vergl. v. Leonhard's Jahrbuch 1840. S. 292.)

31) Erhebungsthäler hat Friedrich Hoffmann mehrfach in den Flötzgebirgsgegenden des *nordwestlichen Deutschlands* beobachtet und in seinem Werke über diese Gegenden beschrieben. So entspringen z. B. die *Piemonter* Mineralquellen aus dem Boden eines solchen Thales, durch welches Muschelkalk und Keuper aufgespalten und nach beiden Seiten hin geneigt sind, so dafs der bunte Sandstein unter ihnen zum Vorschein kommt, welcher ohne Erhebung hier nicht bis zu diesem Niveau herauf reichen würde.

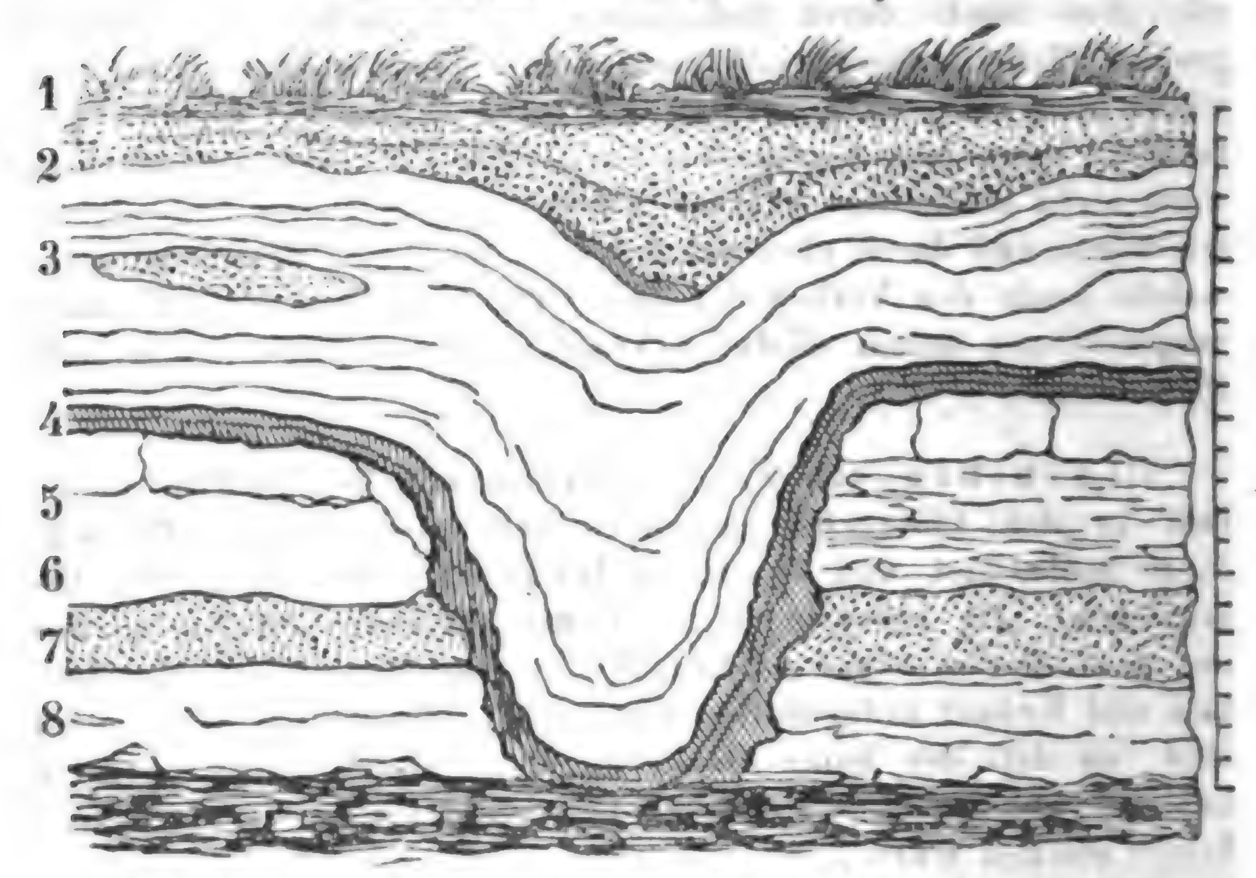
Sehr deutliche Erhebungsthäler von elliptischer Gestalt hat auch Murchison in seinem Prachtwerk über das *Silurian System* beschrieben; es sind die Thäler von *Woolhope* und *Usk*, in welchen untere Schichten in concentrischen Ellipsen von oberen allseitig abfallenden umgeben werden; die Axe des *Usk*-Thales läfst sich übrigens noch weit hin durch das Land verfolgen und hat überall Schichtenstörungen veranlafst.

Die schönsten und lehrreichsten Erhebungsthäler kommen aber im *Juragebirge* als häufige Längenthäler vor und sind von Thurmann in seinem *Essai sur les soulévemens jurassiques du Porrentruy* vortrefflich beschrieben worden. Man sieht dort oft sehr deutlich, wie ein erhabener Bergrücken, dessen Gipfel, sobald die durch seine Aufblähung veranlafste Biegung der Schichten zu grofs wurde und aufborst, dadurch ein solches Längenthal veranlafst hat, in welchem dann allemal untere Schichten zu Tage treten.

32) Vorweltliche Thalbildung. — Zuweilen beobachtet man auch zwischen den Schichten der Flötzgebirge die Spuren vorhistorischer Thalbildungen, welche später wieder durch neuere Ablagerungen ausgefüllt und bedeckt worden sind. Ein Beispiel dieser Art ganz im Kleinen hat Fitton in seinem Werke: *Strata between the chalk and Oxford oolite* (1836) mitgetheilt. In umstehender Skizze geben wir es wieder.

№ 47.

Steinbruch bei *Great Hazeley.*



1) Boden. 2) Lehm und eisenschüssiger Sand.
3) Schieferthon und Mergel mit Pflanzenabdrücken, einzelne Sandpartieen enthaltend.
4) Dunkelbrauner Thon und Sand.
5) Grauer kalkiger Sandstein, 2 Fufs.
6) Sand und Thon, 4 Fufs.
7) Weifser Sand, 2½ Fufs.
8) Fester Stein, 3 Fufs.

In die zum Portland-Steine gehörigen Schichten, 5—8′, welche viele Meeresmuscheln enthalten, ist hier eine etwa 12′ tiefe Schlucht eingerissen worden, bevor dieselben von den, Landpflanzen enthaltenden Thon-, Schieferthon- und Sandschichten der Waldformation bedeckt wurden, welche die vorhandene kleine Schlucht in der Weise ausfüllten, dafs an der gegenwärtigen Erdoberfläche keine Spur mehr davon zu sehen ist.

Entstehung und Wechsel der organischen Wesen.

(Die niederen Formen entstanden zuerst, die höchsten zuletzt, ihre Reihe macht jedoch häufig Sprünge.)

Es ist nicht die Absicht, hier den alten Streit über die *Generatio aequivoca* aufzunehmen; für den Geologen, d. h. für die Zeiträume, die er vor Augen hat, besteht

nothwendig eine solche Bildung der Organismen ohne Befruchtung oder Samen früherer Individuen, da nur hierdurch die erste Entstehung (Schöpfung), so wie der vielfache Wechsel der organischen Formen erklärt werden kann. Die Verzeichnisse der Versteinerungen lehren uns, daſs der Act der Schöpfung organischer Wesen nicht ein momentaner, sondern ein durch alle geologische Perioden hindurch fortdauernder war, daſs jede geologische Epoche durch ihre besonderen Geschöpfe charakterisirt wird, von denen nur einzelne aus einem Zeitabschnitt in den anderen hinein ragen. Durch den Wechsel der äuſseren Lebensbedingungen veranlaſst, sind immer neue Geschöpfe entstanden, vorhandene ausgestorben. Auf eine Fortdauer dieses Entstehens neuer und Verschwindens alter Organismen, wenn auch in geringerem Maſse, deutet noch jetzt Vieles hin. Hat man auch in historischer Zeit noch nicht mit Bestimmtheit neue organische Species entstehen sehen, was bei den niederen Formen überhaupt schwer zu erweisen sein würde, auch wenn es vorgekommen wäre, so ist es doch gewiſs, daſs viele Thierarten, seitdem der Mensch existirt, theils örtlich, theils überhaupt, weil ihnen die äuſseren Lebensbedingungen nicht mehr zusagten, ausgestorben sind. In *Deutschland* sind z. B. aus der Reihe seiner früheren Bewohner das Rennthier, der Auerochs, der Bär und so ziemlich auch der Luchs und der Wolf verschwunden. Seit 300 Jahren gänzlich aus dem Verzeichnisse der lebenden Wesen gelöscht scheint mit Sicherheit die Vogelgattung *Dodo* oder *Dudu*, welche zuletzt noch auf *Isle de France* lebte.

Alle organischen Wesen bedürfen gegenwärtig zu ihrer Existenz auſser den allgemeinen Anziehungsverhältnissen des Erdkörpers einen gewissen mäſsigen Wärmegrad ihres Aufenthaltsortes, welcher $+60^0$ unserer hunderttheiligen Thermometerscala im Allgemeinen nicht übersteigen und nicht unter -50^0 herabsinken darf; ferner bedürfen sie Luft und Wasser, sowie die meisten auch Licht und Erde, d. h. einen festen Boden zum Einwurzeln oder Betreten. Aehnliche Bedingungen, welche an die vier Elemente

der alten Schulen erinnern, werden für organische Geschöpfe unserer Erde jederzeit nöthig gewesen sein; erst mit ihrem Eintreten sind Pflanzen und Thiere entstanden, und mit dem Wechsel der Natur und des Zustandes dieser Lebenselemente haben sich auch die Organe und äußeren Formen der Geschöpfe verändern müssen, so wie noch gegenwärtig durch gewisse Veränderungen derselben allmählig und nicht durch *generatio aequivoca*, sondern durch gewöhnliche Fortpflanzung gewisse beschränkte Abweichungen der vorhandenen Thier- und Pflanzenformen (Racen, Abarten) erzeugt werden können.

Es wirken jetzt allerdings noch manche andere Umstände als jene durch Klima und Boden zu bezeichnenden Grundbedingungen auf das organische Leben ein, namentlich der Geist und die Hand des Menschen, sowie die gegenseitigen Beziehungen der Thiere und Pflanzen, welche jedoch nur Abarten, nie neue Species hervorbringen, da sie nicht erschaffen, sondern nur umbilden, und deren eigenes Dasein und Wirken erst durch jene Grundbedingungen möglich ist. Deshalb sind wir berechtigt, aus der Natur versteinerter Organismen auf vorweltliche örtliche und allgemeine Zustände des Klimas und der Bodenoberfläche zu schließen, wobei uns die Kenntniß der gegenwärtigen klimatischen Verschiedenheiten der Erdoberfläche und ihrer Bewohner von großem Nutzen ist. Höchst interessant ist es deshalb, das Auftreten, die Dauer und das Verschwinden einiger besonders wichtiger Thier- und Pflanzengattungen oder Familien durch die ganze Reihe der Flötzgebirge hindurch zu verfolgen, was in der Tabelle B möglichst anschaulich zu machen versucht worden ist.

Zur weiteren Erläuterung dieser in keiner Weise vollständigen Tabelle diene Folgendes.

Die Angaben derselben beziehen sich zunächst nur auf Europa, doch sind schon mehre Familien und Gattungen in anderen Welttheilen ganz übereinstimmend gefunden worden.

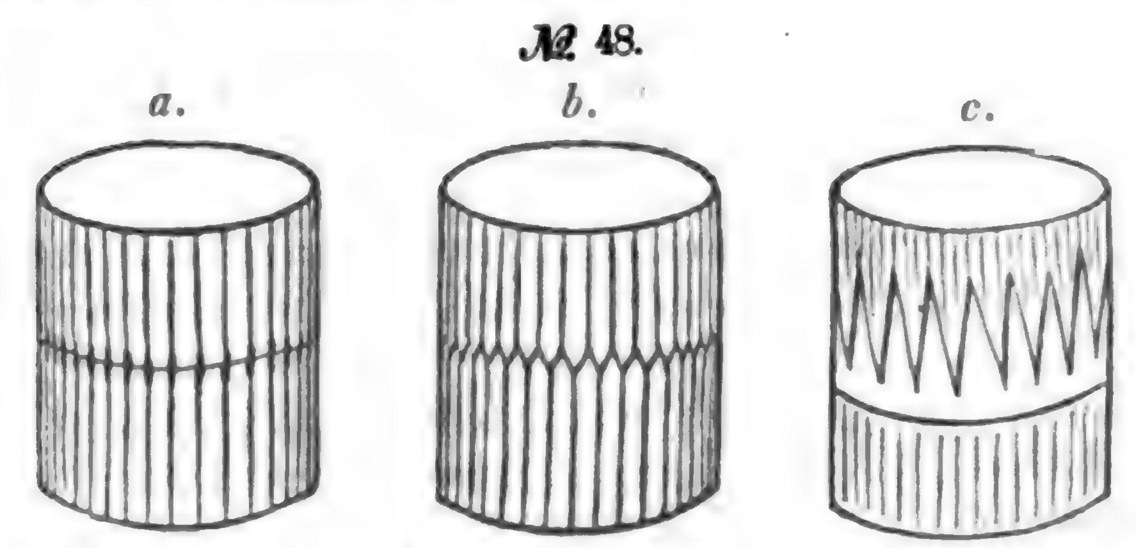
Hätte man einzelne Arten (Species) in die Tabelle aufnehmen wollen, so würde sie an Uebersichtlichkeit verloren haben, es würde sich aber dann zeigen, daß nur

selten eine Art zwei Epochen zugleich angehört, während die Gattungen und Familien oft durch mehre, zuweilen durch alle hindurch ragen.

Verfolgen wir die Dauer einiger Familien und Gattungen speciell:

Die Familie der *Equisetaceen* geht durch die ganze Reihe der Flötzgebirge von den ältesten bis zu den jüngsten hindurch; sie besteht demnach seit den ersten Stadien der Schöpfung organischer Wesen, aber sie zerfällt in drei aufeinander folgende Abtheilungen, welche für drei grofse Perioden bezeichnend sind, und gerade dieser Plasticität der Grundform ist es zuzuschreiben, dafs sie alle Perioden durchdauern konnte, während weniger nachgiebige Thier- und Pflanzenformen oft nur auf einzelne Gruppen oder Formationen beschränkt sind. Die älteste Periode der Equisetaceen, bis zum alten rothen Sandstein herab, ist bezeichnet durch baumförmige *Calamiten*, deren Längsrippen über die Abgliederung fortsetzen, so dafs die letztere kein Zickzack bildet (*a*). Die zweite Periode, von der Kohlenformation bis zum bunten Sandstein, enthält ebenfalls baumförmige *Calamiten*, aber mit an der Gliederung absetzenden und meist abwechselnd stehenden Rippen, wodurch die Gliederungslinie gewöhnlich ein Zickzack wird (*b*).

№ 48.



Die dritte Periode endlich, vom bunten Sandstein bis zur gegenwärtigen Zeit, zeigt uns aufser kleinen *Calamiten* den lebenden *Equiseten* sehr ähnliche Pflanzen mit sogenannten Blattscheiden an den Abgliederungen (*c*), von denen im Kohlengebirge nur Spuren vorkommen. Dabei ist

die innere Structur jener ältesten *Equisetaceen*, eines Theiles der *Calamiten* (der *Calamiteen*), von der der heutigen ziemlich abweichend, obwohl darauf zurückführbar. Ihr wahrscheinlich holziger Stamm ist aus radialen Lamellen zusammengesetzt und von einzelnen Längencanälen durchbohrt.

Die *Lycopodien*, welche ebenfalls in den ältesten Schichten schon vertreten sind, spielten namentlich in den Wäldern der Steinkohlenbildungszeit eine sehr wichtige Rolle, da sie baumförmig als *Lepidodendra* in grofser Zahl und Manchfaltigkeit auftraten, während sie später und bis jetzt nur als schwache Ranken am Boden umher krochen.

Keine andere Pflanzenfamilie kommt so häufig und in so manchfacher Form versteinert vor als die Farren, woran nicht etwa blos das schwer zerstörbare Wesen ihrer Substanz, sondern offenbar auch das wirkliche Vorherrschen kryptogamischer Gewächse in der Vorwelt Schuld ist. Von der Grauwacke bis zum Rothliegenden herauf sind es grofse, z. Th. baumförmige Farrenkräuter, welche uns durch oft sehr zierliche Formen überraschen; es finden sich davon nicht nur Abdrücke der Stämme (*Sigillaria*) und Blätter (*Pecopteris*, *Sphaenopteris*, *Neuropteris* u. s. w.) in grofser Zahl, sondern auch Stammtheile mit wohl erhaltener innerer Structur (*Tubicaulis, Psaronius*, *Porosus*). In späteren Formationen werden die Farren nicht nur kleiner, sondern auch seltener, bis sie auf diese Weise den Verhältnissen der lebenden Flora sich anschliefsen.

Aus der Klasse der monokotyledonen Pflanzen, welche in der Grauwacke noch zu fehlen scheinen, werden bis zur Kreide herauf vorzüglich *Cycadeen* (*Zamien* und *Pterophyllen*) gefunden; wahrscheinlich gehörten auch die *Medullosen* der Kohlengruppe, sowie einige andere Pflanzenreste derselben, der Familie der *Cycadeen* an. In den späteren Schichten kommen häufig Palmenreste vor.

Die Coniferen beginnen in der Kohlengruppe; documentiren sich vielfach durch deutliche Holztheile, Zapfen und Nadeln (*Voltzia*) und reichen ununterbrochen bis zur lebenden Schöpfung herauf.

Von den **Dikotyledonen** dagegen sind die frühesten Ueberreste mit Bestimmtheit erst in der Kreidegruppe bemerkt worden, wo die sogleich wieder erlöschende Gattung *Credneria* mit ihren dicken Randrippen sie auf eine besonders auffallende Weise repräsentiren hilft.

Korallen treten schon in den ältesten Schichten sehr zahlreich auf; die dort besonders vorherrschenden Gattungen sterben jedoch z. Th. bald wieder aus; z. B. *Catenipora* (die Kettenkoralle) und *Syringopora* (*Halysites* und *Harmodytes* der Lethäa) reichen höchstens bis in den Kohlenkalkstein, *Calamopora* bis zum Zechstein, in welchem *Gorgonia* vorherrscht, und *Cyathophyllum* (die Becherkoralle) mit Unterbrechungen bis zur Juragruppe. Neue Gattungen treten hierauf besonders im Jurakalk auf, z. B. die sehr häufigen: *Scyphiea*, *Tragos*, *Achilleum, Manon* und die *Astreen*, welche bis heute fortbestehen, sowie die schnell wieder erloschenen *Cnemidien*. Bis zur Kreide, und in dieser den Culminationspunkt erlangend, reicht *Siphonia*. Die *Ventriculiten* und die sonderbaren *Hippuriten,* welche nach L. v. Buch den Korallen beizurechnen sind, kommen nur in der Kreidegruppe vor.

Die überaus zierlichen Gestalten der *Crinoideen* (**Stilasteriden**) gehören gänzlich der Vorwelt an und erlöschen schon in der Kreide fast ganz. Einige Gattungen derselben herrschen in der ältesten Periode vor, wie *Cyathocrinites*, *Rhodocrinites* und *Actinocrinites*. Die *Encriniten* sind auf den Muschelkalk beschränkt, andere beginnen in der Jurazeit, z. B. *Apiocrinites*, *Pentacrinites*, und reichen, wie erwähnt, höchstens bis zur Kreide, welcher die *Massupiten* ausschliefslich angehören.

Weit später als die *Crinoideen* beginnen andere Familien der Radiarien, und zwar die freien **Seesterne** in der Triasgruppe, die **Echiniten** wesentlich erst im Jura. Mehre Gattungen derselben reichen bis in die lebende Schöpfung (z. B. *Comatula*, *Asterias*, *Ophiura*, *Cidaris*, *Echinus*, *Clypeaster*, *Spatangus*), andere sind bald wieder ausgestorben (*Galerites*, *Nucleotes*, *Ananchytes*).

Die **Terebrateln** gehören zu den am meisten in der

ganzen Flötzreihe verbreiteten Muscheln, während sie lebend nur noch durch ein paar Arten vertreten werden. Da nun ihre Gestalt zugleich sehr manchfach ist, was eben die Ausdauer der Familie durch alle Perioden möglich gemacht hat, so dienen sie als ganz besonders brauchbare Hülfsmittel zur Bestimmung der Formationen, wozu jedoch ein ziemlich genaues Studium derselben gehört. In den ältesten Formationen herrschen besonders die abgesonderten Gattungen: *Spirifer* (= *Trigonotreta* der Lethäa), *Orthis* und *Productus* (= *Strophomena* oder *Leptaena*) vor, welche, stets abnehmend, bis in die Triasgruppe reichen, während die Gattung *Terebratula* selbst, ebenfalls in der Grauwacke beginnend und bis in unsere Meere reichend, im Jura und in der Kreide das Maximum ihrer Entwickelung erlangt. Dabei glaubt L. v. Buch, als eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit angeben zu können, dafs bei den Terebrateln der älteren Zeit die dickste Stelle nach dem Schlosse zu, bei den mittleren in der Mitte, bei den jüngsten endlich nach dem äufseren Rande zu liege. Die Gattung *Lingula*, im bunten Sandstein beginnend, existirt noch lebend, *Crania* und *Anomia* finden sich jedoch nur versteinert, erstere gehört nur der Kreidezeit, letztere der Molasse zu.

Die übrigen zweischaligen Muscheln beginnen vorzüglich erst von der Triasgruppe an recht herrschend zu werden, in den älteren Schichten kommen sie verhältnifsmäfsig nur sparsam vor (*Conocordium*, *Posidonomya* u. s. w.). Die Gattungen *Myophoria*, *Avicula* und *Plagistoma* erreichen ihr Maximum im Muschelkalk, *Pecten*, *Gryphaea*, *Ostrea*, *Lyriodon* (Vertreter von *Myophoria*) und *Pholadomya* in der Juragruppe, *Exogyra*, *Inoceramus*, *Pinna*, *Lima* (als Vertreter von *Plagiostoma*) und *Spondylus* in der Kreidezeit, *Arca*, *Dreisena*, *Panopaea*, *Crassatella*, *Solen* und *Pectunculus* erst in der Molasse oder noch später, wobei in der Tabelle die punktirten Linien ungefähr die ganze Dauer derselben andeuten.

Die einschaligen Muscheln oder Schnecken, welche erst in der Molasse recht häufig, nach Zahl der Gattungen, Arten und Individuen häufiger als die zweischaligen, wer-

den, finden sich zwar auch schon in älteren Schichten, da aber gewöhnlich nur als Steinkerne, bei denen die sichere Unterscheidung der Genera sehr schwer fällt, weshalb denn auch in der Tabelle nur Weniges über ihre historische Verbreitung angedeutet worden ist.

Weit leichter zu unterscheiden sind die sonderbaren Formen der weit verbreiteten und durch ihr ganzes Auftreten sehr wichtigen Cephalopoden, welche im Allgemeinen in der Vorwelt eine viel bedeutendere Rolle gespielt haben als jetzt. Sie bilden ähnlich wie die Equisetaceen und Terebrateln wahre historische Reihen. Die erste dieser Reihen ist die der *Orthoceratiten*, *Belemniten* und *Sepien*. Die *Orthoceratiten* nämlich sind lediglich auf die ältesten Zeiten bis zur Steinkohlenformation beschränkt, dann tritt eine lange Periode ein, während welcher keine geradschaligen Cephalopoden gelebt zu haben scheinen. In der Juragruppe versucht eine ähnliche Gattung zuerst wieder ihr Glück; die *Belemniten* treten nämlich plötzlich mit grofser Zahl der Individuen und Arten auf, aber bald genug sind auch ihnen die Umstände nicht mehr behaglich gewesen, denn schon in der Kreide verschwinden sie wieder, und später wird keine Spur mehr davon gefunden. Gegenwärtig leben aus dieser Reihe nur noch die entfernt verwandten *Sepien* oder Tintenfische, von denen Spuren allerdings bis in die Juragruppe hinab reichen.

Eine zweite Cephalopoden-Reihe bilden die *Ammoniten*, welche, von der Grauwacke beginnend, ebenfalls mit einer Unterbrechung zwischen der Steinkohlenformation und dem bunten Sandstein, bis zu den oberen Kreideschichten ausdauern. Die erste Stufe dieser Reihe bilden die *Goniatiten*, deren Kammerwände am Rande einfach ausgezackt sind. Auf sie folgen nach Ueberspringung mehrer Formationen, in welchen alle Cephalopoden fehlen, die auf den Muschelkalk beschränkten *Ceratiten* oder *Ammoniten* mit am Rande wellenförmig gebuchteten und etwas gezähnten Kammerwänden. Endlich schliefst die Reihe mit den wahren, durch vielfach lobirte Kammerwandränder ausgezeichneten *Ammoniten*, welche in der Jurazeit ihr Maximum

erreichen, in der Kreide aber schon selten werden, in allerhand Krüppelformen ausarten und ganz aussterben. Diese verhältnifsmäfsig kurze Dauer einer so überaus manchfach entwickelten, so zahl- und artenreichen Gattung ist wirklich sehr auffallend und wird es noch mehr durch das ganz ähnliche Schicksal der *Belemniten*, der *Crinoideen* und der meisten *Saurier*. Offenbar deuten diese Umstände sehr eigenthümliche Lebensbedingungen für die Jurazeit an, zugleich erscheinen aber auch diese Cephalopoden fast wie mifslungene Versuche, sehr poetische, aber unpraktische Gedanken der Natur; denn nachdem die *Orthoceratiten*, *Goniatiten* und *Ceratiten* bereits aufgegeben sind, entwickelt sie doch noch einmal ihre mächtige Schöpferkraft, indem sie sehr plötzlich nach einander mehr als 100 verschiedene Ammoniten- und Belemnitenarten entstehen läfst, welche eine Zeit lang örtlich fast die vorherrschenden Bewohner des Meeres gewesen zu sein scheinen, dann aber, nachdem sie noch in einige krüppelhafte Zweiggattungen (*Baculiten*, *Scaphiten*, *Turriliten*, *Hamiten*) ausgeartet sind, wieder spurlos aus der lebenden Schöpfung verschwinden.

Den verschiedenen äufseren Lebensbedingungen weit fügsamer scheinen die den Ammoniten sehr ähnlichen *Nautilen* mit ihren glatten Kammerwänden und ihrem durch die Mitte derselben verlaufenden Sypho gewesen zu sein, welche, von der Grauwackenzeit, besonders mit der ausgestorbenen Gattung der *Clymenien* beginnend, noch jetzt, wenn auch als eine an die längst begrabene Vorwelt erinnernde Seltenheit der tropischen Meere, fortleben. Sonderbar ist es, dafs auch die Gattung *Nautilus* die Unterbrechung der Zechsteinperiode theilt, die nun einmal durchaus nicht für Cephalopoden geeignet gewesen zu sein scheint.

Eine gegen die früheren wahrhaft zwergartige Cephalopoden-Abtheilung, die der *Rhizopoden*, beginnt erst mit der Verkrüppelung der Ammoniten in der oberen Kreide und reicht von da bis in die lebende Schöpfung; die bezeichnendste Gattung dieser Abtheilung ist *Nummulina*.

Aus dem Gesagten wird man leicht erkennen, wie

sehr die fossilen Cephalopoden, wo sie vorhanden sind, die Bestimmung der Formationen erleichtern müssen.

Aus der Klasse der Crustaceen finden sich im Ganzen nur wenige deutliche Ueberreste in der Reihe der Flötzgebirge; darunter befindet sich aber die höchst interessante Familie der *Trilobiten,* welche, auf die ältesten Formationen beschränkt, seit der Steinkohlenzeit nicht mehr lebend existirt haben. Diese wunderbaren Thiere können mit keiner lebenden Form verglichen werden, und ihre sehr zusammengesetzten Augen sind in unserer Schöpfungsgeschichte die ältesten zuverlässigen Zeugen der Anwesenheit des Lichtes.

Von der Steinkohlenformation an findet man schon Scorpionen und Krebsen ähnliche Thiere, welche sich mit lebenden Gattungen zum Theil sehr gut vergleichen lassen, obwohl die Arten natürlich noch nicht übereinstimmen.

Spuren von Insecten hat man an den Pflanzenabdrücken der Steinkohlenformation gefunden, Thierkörper derselben aber bis jetzt erst in der Juragruppe und den jüngeren Formationen, namentlich *Libellen* und *Käfer*.

Die grofse Klasse der Fische hat Agassiz in 4 Ordnungen zerfällt, von denen zwei, die *Ganoiden* und *Placoiden*, von der Kohlengruppe beginnend, bis zur Lebenwelt reichen, während zwei andere, die *Ctenoiden* und *Cycloiden*, zuerst in der Kreide beobachtet werden. Die ersten, noch jetzt bestehenden Fisch-Genera finden sich in der Kreidegruppe.

Die Reptilien beginnen im Zechstein mit *Protosaurus (Speneri)*, welche Gattung sogleich wieder erlischt, dann folgen in der Triasgruppe *Notosaurus, Dracosaurus, Phytosaurus* u. s. w., in der Juragruppe *Ichthyosaurus, Plesiosaurus, Teleosaurus* u. s. w., in der Kreidegruppe *Mososaurus*, *Iguanodon*, *Hylaeosaurus* u. s. w., welche Genera gröfstentheils nach kurzem Bestehen wieder verschwunden sind. Etwas sehr Eigenthümliches ist das drachenartige, geflügelte Thier, der *Pterodactylus*, welcher nur im Jurakalk vorkommt.

Die Nachweisung der höheren Thiergattungen wird immer schwieriger, vielleicht schon deshalb, weil sie, auf dem Lande lebend, den bedeckenden Fluthen leichter entfliehen konnten. Dieser Grund ist jedoch nicht ausreichend, um den gänzlichen Mangel ihrer Spuren bis zum Zechstein zu erklären; es scheint vielmehr zuverlässig, dafs in den ältesten Schöpfungsperioden wirklich noch keine Vögel und Säugethiere gelebt haben. Die ersten, immer noch etwas zweifelhaften Spuren von ihnen findet man im bunten Sandstein und zwar nur als Fährten, von denen man einige grofsen Vögeln, andere einer neuen Säugethiergattung, dem *Chirotherium*, zuschreibt. Dann hat man in der Juragruppe zweifelhafte Knochen von *Didelphis* gefunden, ganz zuverlässig und ziemlich häufig wird aber das Vorkommen von Vögel- und Säugethierresten erst in der Molassegruppe, wo sie jedoch noch durch lauter ausgestorbene Arten und viele erloschene Gattungen, wie *Dinotherium, Megatherium* u. s. w., repräsentirt werden. In der Diluvialperiode finden sich dazu auch schon einige lebende Arten ein, und hier begegnen wir zugleich zum ersten Male dem, dem Menschen so nahe verwandten Affengeschlechte. Der Mensch selbst jedoch scheint erst nach Beendigung der Diluvialzeit, nach Erhebung der Festländer in ihrer ungefähren jetzigen Gestalt und Ausdehnung erschaffen worden zu sein; wenigstens sind keine, mit Gewifsheit erkennbaren älteren Reste desselben bekannt.

V.

Geschichte der Geologie.

(Ein möglichst kurzer Abriſs, in welchem nur Hauptmomente hervorgehoben worden sind.)

Die ersten Spuren geologischer Betrachtungen sind sehr alt und gewöhnlich als Schöpfungsgeschichte eng mit den Religionslehren der einzelnen Völker verbunden. Ein Beispiel dieser Art liefert uns der Anfang der Bibel, der sicher von einem Naturbeobachter herrührt. Bei allen diesen frühen geologischen Versuchen scheint, wie noch jetzt oft, die Oertlichkeit von groſsem Einfluſs gewesen zu sein. Wer die Küsten und Ufer seines Vaterlandes sich fortwährend durch Absätze oder Eingriffe des Meeres oder der Flüsse verändern sah, bildete sich eine andere Idee über Entstehung und Ausbildung der Erde als Derjenige, welcher vulkanische Wirkungen vor sich hatte, Berge und Inseln aus dem Flachlande oder aus dem Meere aufsteigen sah und von schlackenähnlichen Steinen überall umgeben war. So entstand sehr früh schon eine Meinungsverschiedenheit, fast entsprechend der der späteren sogenannten Neptunisten und Vulkanisten. Auch die von Gesteinen umschlossenen organischen Reste, die Versteinerungen, namentlich die Meeresmuscheln des Festlandes, scheinen frühzeitig die Aufmerksamkeit einiger Philosophen des Alterthumes auf sich gelenkt zu haben. Schon Xenophanes von Kolophon schloſs aus den Seethierresten in den *syrakusischen* und *parischen* Steinbrüchen auf eine ehemalige Meeresbedeckung, und Herodot (500 v. Chr.) spricht von Meeresmuscheln an den Bergen *Aegyptens*. Aehnliche Beobachtungen leuchten aus den Werken mehrer Klassiker hervor; man zog daraus stets Schlüsse über frühere Zustände der Erde, und die Natur der Ver-

steinerungen wurde damals besser erkannt als von manchen Gelehrten des achtzehnten Jahrhunderts, die dieselben für Naturspiele (*lusus naturae*), Producte einer unbekannten bildenden Kraft, hielten.

Umfassende Ansichten über die Bildung der Erde scheinen sich zuerst unter den *ägyptischen* Priestern entwickelt zu haben, die in den jährlichen Anschwemmungen des *Nils* und in der Vergröfserung seines *Deltas* so deutliche Erdausbildungs-Ereignisse vor sich hatten. Bei ihnen schöpfte Moses seine Weisheit; seine Schöpfungsgeschichte ist deshalb wesentlich neptunisch. Thales von Milet bildete sich in derselben Schule und trug die *ägyptische* Geologie nach *Griechenland* über. Er lehrte, dafs Alles auf der Erde aus Wasser entstanden sei.

Im directen Gegensatz hiermit behaupteten z. B. Zenon und Heraklid, der Urstoff der Erde, aus welchem alles Uebrige entstanden, sei das Feuer. Das Land z. B. sei durch vulkanische Wirkungen über das Meer erhoben worden, eine Theorie, welche später Strabo, auf Erfahrungen gestützt, noch weit vollständiger und besser entwickelte. Ganz abweichend von diesen waren die Ansichten des grofsen Philosophen und Naturforschers Aristoteles; er dachte sich den Erdkörper gewissermafsen als ein lebendiges und mit einer zusammengesetzten Organisation begabtes Wesen.

Alle diese Hauptfarben geologischer Ideen, welche in jenen frühen Zeiten offenbar aus höchst einseitigen örtlichen Beobachtungen oder Speculationen hervorgingen, sind später und bis heute vielfach wieder hervorgetreten; doch erst in neuester Zeit hat man versucht, sie an den Prüfstein genauer und vielseitiger Erkenntnifs — der Geognosie — zu halten.

Nach dem Wiederaufblühen der Wissenschaften zeigen sich im Anfange des sechszehnten Jahrhunderts die ersten Spuren erneuter geologischer Beobachtungen und Folgerungen in *Italien*, wo Fracastro eine sehr richtige Deutung gewisser, bei'm Festungsbau von *Verona* gefundener Meeresmu-

scheln gab, die man für Ueberreste der Sündfluth halten wollte.

Georg Agricola (Bauer), ein *Deutscher*, geboren zu *Glaucha* in *Sachsen* im J. 1491, scheint seine hohe wissenschaftliche Bildung vorzüglich dem Aufenthalte in *Italien* zu danken gehabt zu haben. In sein Vaterland zurückgekehrt und als Arzt zuerst in *Joachimsthal*, dann in *Chemnitz* lebend, widmete er sich mit grofsem Eifer dem Studium der Mineralogie und des Bergbaues. Seine gediegenen Schriften darüber eröffneten in *Deutschland* zuerst die Bahn mineralogischer und geognostischer Forschungen. Im J. 1637 erschien zu *Basel* eine Gesammtausgabe seiner Werke, 1806 lieferte Schmidt zu *Freiberg* eine deutsche Uebersetzung seines Bergmanns und 1816 Lehmann eine Uebersetzung seiner mineralogischen Schriften. Aehnlich wie Agricola wirkte fast gleichzeitig in *Frankreich* Bernard Palissy, geb. zu *Agen* in *Aquitanien* 1515, zu seiner Zeit fast noch mehr durch seine Töpferarbeiten als durch seine wissenschaftlichen Forschungen berühmt. Seine Schriften enthalten viel Merkwürdiges über Geographie, Geognosie u. s. w.

Trotz dieser Anregungen verging ein volles Jahrhundert, ehe wieder ein wichtiger Fortschritt in unserer Wissenschaft erfolgte. Es war Nicolaus Stenon (Steen), ein *Däne*, als Arzt in *Italien* lebend, welcher zuerst erkannte, dafs ein grofser Theil der festen Erdrinde aus parallel über einander liegenden Schichten aufgebaut ist, die zum Theil Versteinerungen einschliefsen und folglich aller Analogie nach aus Wasser abgesetzt sind. Er unterschied sehr bestimmt (krystallinische) Incrustirungen und (mechanische) Niederschläge, sah ein, dafs die letzteren in der Regel ziemlich horizontal erfolgt sein müfsten, und hielt die stark geneigten für aufgerichtet durch vulkanische Kräfte. Er unterschied sogar schon bestimmte Perioden der Entstehung und partiellen Zerstörung und erkannte auch die Erzgänge als Spaltenausfüllungen. Bis auf Werner's Zeit herab hat wohl kein Naturforscher die Geologie aus einem so fruchtbaren Standpunkte aufgefafst wie

Stenon, und gewifs würden ihn seine Forschungen zu noch weit gröfseren Resultaten geführt haben, wenn nicht die damaligen strengen Religionsbegriffe ihm hindernd in den Weg getreten wären.

Nachdem Fabius Colonna, ein Italiener, schon 1626 den Unterschied zwischen fossilen Land-, Süfswasser- und Meeresschnecken und Muscheln nachgewiesen hatte, zeigte Martin Lister, ein Engländer, dafs die versteinerten Muscheln gröfstentheils ganz andere Formen haben als die lebenden; er liefs sich dadurch verführen, sie für blofse Steinbildungen, *lapides sui generis*, zu halten. Derselbe war zugleich der Erste, welcher den Vorschlag machte, geognostische Karten zu entwerfen, ein Vorschlag, der in *England* erst 1743 von Packe für die Grafschaft *Kent* durch eine Karte, auf welcher die Gebirgsarten nicht durch Farben, sondern durch Zeichen angegeben sind, ausgeführt wurde. Robert Hooke widerlegte in seinen 1688—1689 geschriebenen Werken die Ansichten seines Landsmannes Lister über die Versteinerungen und erklärte sie zuerst für Ueberreste ausgestorbener Thierarten. Zugleich schlofs er aus ihnen, dafs das Klima der Erdgegend, wo jetzt *England* liegt, einst viel wärmer gewesen sein müsse, was ihn zu der Annahme veranlafste, die Erdaxe habe ihre Lage verändert.

Aufser den der Wissenschaft doch noch wesentlich förderlichen Arbeiten dieser beiden Naturforscher liefse sich sowohl unter den Zeitgenossen derselben, als auch noch später, bis fast gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, eine grofse Zahl von Versuchen aufzählen, welche gemacht worden sind, um die Entstehung und Ausbildung unseres Erdkörpers oder seiner Oberfläche zu erklären. Leider aber war der Geist des Beobachtens und Sammelns sorgfältig ermittelter Thatsachen, welcher die Vorgänger so glücklich beseelt hatte, aus diesem Zweige der Naturwissenschaft zu dieser Zeit fast ganz verschwunden; die Neigung, die Entstehung der Erde genau aus den Worten der Mosaischen Schöpfungsgeschichte erklären zu wollen, hatte sich aller Köpfe, welche sich mit solchen Forschungen be-

schäftigten, dermafsen bemeistert, dafs es unmöglich wurde, Thatsachen zu begreifen und zu deuten, welche mit den Darstellungen der Bibel irgend in Widerspruch zu stehen schienen. So geschah es denn, dafs man, um die bereits bekannten Thatsachen mit den einmal vorgefafsten Ideen in Einklang zu bringen, nicht selten an der Richtigkeit derselben willkürlich deutelte, oder zu den wunderlichsten, phantastischen Hypothesen seine Zuflucht zu nehmen genöthigt war. Die Wissenschaft wurde daher in diesem Zeitraume wohl kaum um irgend eine fruchtbringende Thatsache oder um eine nützliche Gedankencombination bereichert, und wir sehen sie eher zurück als vorwärts schreiten. Ja es ist ganz natürlich, dafs sich bei dem mit klarer Einsicht und Liebe für das Fortschreiten in der Erkenntnifs begabten Theile der Naturforscher sogar ein ganz entschiedener Widerwille gegen diesen Zweig der Wissenschaft einstellte und dafs deshalb sehr satirische Bemerkungen über die Bemühungen der Geologen dieser Zeitperiode zu finden sind. Buffon sagte, es müsse den Geologen gehen, wie schon Cicero von den Auguren sagt, dafs sie einander nicht wohl begegnen könnten, ohne zu lachen, und Lichtenberg, indem er die geologischen Ansichten des unmittelbar vor ihm liegenden Jahrhunderts zusammenstellt, macht die Bemerkung, dafs sie, wenn auch nicht Beiträge zur Geschichte der Erde, doch einen sehr merkwürdigen Beitrag zur Geschichte des menschlichen Verstandes, und zwar seiner Verirrungen, darbieten.

Zu den geologischen Schriften der eben besprochenen Zeitepoche gehören die Erdentstehungs-Theorieen von Burnet 1681, Woodward 1685, Whiston 1708, Scheuchzer 1708 u. s. w. Weniger engherzig und mehr philosophisch waren die Ansichten von Descartes 1685 und von Leibnitz 1693, welche beide die Erde durch Abkühlung einer Sonne entstehen lassen. Ihnen folgte der Italiener Lazaro Moro, welcher in seinem 1740 herausgegebenen (1751 deutsch übersetzten) Werke über die Veränderungen des Erdbodens die Hypothese Woodward's zu widerlegen suchte, alles Land für vulkanisch

erhoben hielt und gleich Stenon zwei Erhebungsperioden annahm. Auf seine vulkanischen Ansichten haben offenbar die 1707 im *griechischen Archipelagus* erschienenen neuen Inseln, sowie der früher, 1538 bei *Pozzuoli* entstandene *Monte nuove*, grofsen Einflufs gehabt.

Einen hohen Grad von Theilnahme erregte hierauf die im J. 1743 zuerst und in blühender Sprache vorgetragene kühne Hypothese Buffon's, welcher annahm, die Planeten, und so auch die Erde, seien von der glühend flüssigen Sonne durch den Stofs eines Kometen losgerissen und in ihre elliptischen Bahnen geschleudert worden. Rotation habe hierauf die Abplattung an den Polen, und Abkühlung das Festwerden der Oberfläche in etwa 34000 Jahren bewirkt. Zugleich schlofs er daraus, dafs die Temperatur der Erde in einigen 90000 Jahren bis zum Gefrierpunkt herabgesunken und damit die gegenwärtige Schöpfungsperiode geschlossen sein werde. Das früher in Dunstgestalt die Erde umgebende Wasser schlug sich nach bis zu einem gewissen Grade erfolgter Abkühlung auf der Oberfläche nieder, bedeckte dieselbe bis zu etwa 2000 Toisen Höhe, zerstörte und löste hervorragende Theile auf und lagerte aus diesem Material die Flötzgebirgsschichten ab, während nun auch schon das organische Leben begonnen hatte, dessen Ueberreste wir aus den ältesten Zeiten her versteinert finden, bei fortgesetzter Erkaltung entstandene Spalten und Höhlungen gewährten dem Wasser einen unterirdischen Abzug, welches, dort zum Theil in Dampf umgewandelt, heifse Quellen, gewaltige Zerstörungen, Erdbeben und vulkanische Erscheinungen veranlafste. Alle diese Vorgänge ordnete Buffon in sechs „Natur-Epochen." Obwohl dieser Hypothese eine specielle Begründung auf geognostische Thatsachen immer noch fehlte, so kommt sie doch in einigen allgemeinen Zügen den gegenwärtig herrschenden Ansichten sehr nahe und war wohl geeignet, zu ihrer Zeit so grofses Aufsehen zu erregen, als es wirklich geschah.

Die noch zu geringe thatsächliche Begründung solcher geologischer Hypothesen wohl fühlend, schlugen einige Na-

turforscher jetzt mehr den Weg der genauen Untersuchung und Beschreibung ein, wodurch die Wissenschaft, welche wir Geognosie nennen, eigentlich zuerst vorbereitet wurde. Diese Richtung zog das praktische Interesse des Bergbaues immer mehr in's Spiel, und so kam es, dafs die Bergbauwissenschaften von nun an um so enger mit den geologischen Studien verschmolzen wurden.

Der Schwede Tylas ist wohl der Erste, der 1750 diesen Weg betrat; ihm folgten in *Deutschland* zunächst besonders Lehmann, Füchsel, Lasius, v. Born, v. Charpentier und v. Trebra, in *Rufsland* Pallas, in *Frankreich* De Luc, Guettard, Desmares, Faujas de St. Ford und Dolomieu, in *England* Micell und Whitehurst, in *Italien* Giovanni Arduino und Hamilton (als englischer Gesandter in *Neapel* lebend), in *Scandinavien* Tobern Bergmann und der weit umher reisende Ferber, in der *Schweiz* endlich Saussure.

Nur bei einigen der hier flüchtig Genannten erlauben wir uns, einen Augenblick länger zu verweilen.

Lehmann zeichnete sich aus durch seinen „Versuch einer Geschichte von Flötzgebirgen," *Berlin* 1756, worin er die südlichen Umgebungen des *Harzes* vortrefflich beschreibt und auf das Constante der Schichtenfolge aufmerksam macht. Füchsel, in *Rudolstadt* lebend, beschäftigte sich besonders mit den Flötzgebirgen *Thüringens*, entwarf eine geognostische Karte dieser Gegend, welche für *Deutschland* der erste Versuch dieser Art war, erklärte alle Flötzschichten für ursprünglich horizontal gelagert und erst nachher durch Hebungen oder Senkungen zum Theil gestört und stellte zuerst den Begriff „Formation" auf, welchen Werner später mit vielem Geiste weiter ausbildete. Charpentier lieferte 1778 ein klassisches Werk unter dem Titel: Mineralogische Geographie der *chursächsischen* Lande, welches die erste geognostische Karte eines beträchtlichen Landstriches enthält, auf der die Gebirgsarten durch Farben bezeichnet sind. Pallas machte nicht nur durch die Beschreibung seiner ausgedehnten Reisen in *Sibirien* und *Südrufsland*, sondern ganz besonders auch durch sein

Werk: *Observations sur la formation des montagnes, Petersb.* 1777 großes Aufsehen. Er unterscheidet darin außer dem Granit, den er für die ursprüngliche Unterlage aller anderen Bildungen hält, noch drei Ordnungen von Gebirgsarten, nämlich Schiefergesteine, aus der Zerstörung des Granites hervorgegangen, Kalklager (Niederschläge des Meeres) und Erzeugnisse der Meeresbewohner, Korallenriffe, Muschelbänke u. s. w. Die Vulkane hält er mit mehren seiner Zeitgenossen für Resultate entzündeter Schwefelkiese und glaubt, daſs alle größeren Berge durch sie erhoben seien. Der Fund zahlreicher Mammuthreste in *Sibirien*, namentlich der eines wohl erhaltenen eingefrorenen ganzen Thieres, veranlaſste ihn, eine mächtige, durch vulkanische Ausbrüche bewirkte, der Sündfluth entsprechende, von Süden nach Norden strömende Fluth anzunehmen.

Horace Benedict Saussure aus *Genf*, einer der ausgezeichnetsten Naturforscher aller Zeiten, durchforschte die Alpen mit einem Scharfblick, dem kaum eine für den Naturforscher wichtige Erscheinung dieser merkwürdigen Gebirgskette entging. Sein klassisches Werk darüber erschien 1796 unter dem Titel *Voyages dans les Alpes*, wiewohl sich seine Untersuchungen bis zum *Aetna* und nach *Süd-Frankreich* erstreckten. Seine Beobachtung der Gletscherphänomene, der alpinischen Findlinge auf den benachbarten Gebirgsketten, außerordentlicher Schichtenstörungen, senkrechter Conglomeratschichten am *Mont blanc* und des Umstandes, daſs die Secundärketten der Alpen nicht nur der Hauptkette parallel laufen, sondern auch die steilsten Abhänge gegen sie hinkehren, wirkten später ganz vorzüglich auf die Entwickelung der Geologie ein und sind insofern als Vorbereitungen zu den Arbeiten L. v. Buch's und Elie de Beaumont's anzusehen. Mit Saussure schlieſsen wir die vorbereitende Periode der Geognosie im achtzehnten Jahrhundert. Werner gehört der Entwickelungszeit dieser Wissenschaft und zugleich eben so wohl dem neunzehnten, als dem achtzehnten Jahrhundert an.

Abraham Gottlieb Werner wurde am 25. September 1750 zu *Wehrau* in der *Niederlausitz* geboren und starb

am 30. Juni 1817. Der Ort seiner Thätigkeit war *Freiberg*. Diese Thätigkeit bestand mehr in einem begeisternden Vortrage und mündlicher Anregung als in Herausgabe von Schriften; eben so war Werner weniger Beobachter als Systematiker. Seit 1780 hielt er an der Bergakademie aufser den Vorträgen über Bergbaukunde und Mineralogie auch einen über die Lehre von den Felsgesteinen; welche Lehre er später mit dem Namen Geognosie bezeichnete. Nachdem Werner, vom mineralogischen Standpunkte ausgehend, die einzelnen Felsgesteine gehörig fixirt hatte, wagte er sich an die Aufstellung des ersten allgemeinen geognostischen Systemes, dessen Hauptgrundsatz es ist, dafs auf der ganzen Erde überall dieselbe gesetzmäfsige Aufeinanderfolge der Gebirgsglieder und Schichten stattfinde. Diefs war ein kühner Satz, der zwar durch die Beobachtungen der späteren Zeiten nicht in dieser Allgemeinheit bestätigt wurde, sich aber doch sehr der Wahrheit näherte und zu ausgedehnten gründlichen Forschungen und Zusammenstellungen auf das Lebhafteste anregte. Dieser Satz war es namentlich, der Werner's Schüler veranlafste, die Natur, wie sich d'Aubuisson de Voisin ausdrückt, von einem Pole zum anderen im Namen eines einzigen Mannes zu befragen.

Werner nahm dabei an, dafs alle Gesteine in dieser bestimmten Reihenfolge schichtweise in mehren auf einander folgenden Perioden aus dem Wasser abgesetzt seien, welches sich in der Zwischenzeit seiner 5 Perioden zurückgezogen habe. Die Vulkane waren ihm nichts als untergeordnete Erscheinungen, Entzündungen von Steinkohlen oder anderen brennbaren Lagerstätten, und die vulkanische Thätigkeit erkannte er überhaupt nicht als ein wesentliches Element der Erdausbildung an. Granit bildete nach Werner die Grundlage aller anderen Gesteine und wahrscheinlich den Kern der Erde; zu ihm gehörten noch Gneifs, Glimmerschiefer u. s. w. als Urgebirge; darauf hatten sich nach ihm die Uebergangsgebirge, die Flötzgebirge, die tertiären Gebirge und das aufgeschwemmte Land abgelagert. (Vergl. S. 150 und 250.) Diese sehr consequent durchgeführte,

aber rein neptunische Erdentstehungstheorie war offenbar deshalb so einseitig geblieben, weil Werner zu der Zeit, als er sich dieselbe ausbildete, nur das *Erzgebirge* mit seinen nächsten Umgebungen gesehen hatte, in welchem die zerstörenden und bildenden Wirkungen vulkanischer (oder plutonischer) Thätigkeit wenigstens nicht sehr auffallend hervortreten.

In Folge dieser Theorie erklärte er nun auch die Unebenheiten der Erdoberfläche, Gebirge, Berge, Meeresbecken und Thäler, durch rein äufserliche Einwirkungen, namentlich durch die Zerstörungen des Wassers, welches seine eigenen Bildungen örtlich wieder weggeschwemmt und so Gebirge und Berge zurückgelassen habe. Schichtenaufrichtungen, Brüche und Verwerfungen erkannte er nur als sehr locale Erscheinungen an, veranlafst durch Zusammenstürzen unterirdischer Höhlungen, Abrutschungen und dergl.

Bei dem Allen führte die Wernersche Betrachtungsweise zu den fruchtbarsten Entdeckungen im Gebiete der Geognosie, denn er machte zuerst auf die Bedeutung der Structurverhältnisse aufmerksam, benutzte das Fallen und Streichen der Schichten zur systematischen Bestimmung der Lagerungsverhältnisse, schuf überhaupt die Lagerungslehre und war mit einem Worte der Erste, welcher die Geognosie als Wissenschaft begründete.

Werner's rein neptunisches System, nach welchem der Basalt ein Glied der jüngsten Flötzgebirgsbildungen ist, von dem grofse nachfolgende Zerstörungen nur einzelne Kuppen übrig gelassen haben, rief in dieser Zeit den Gegensatz der von da an sogenannten Neptunisten und Vulkanisten sehr entschieden hervor, obwohl sich damals der Streit beider Parteien wesentlich nur um die Entstehung des Basaltes bewegte. Es war Johann Carl Wilhem Voigt, welcher, im Uebrigen dem Wernerischen Systeme folgend, in dieser Beziehung gänzlich davon abwich und gegen Werner in einem sehr lebhaft geführten Streite (im bergmännischen Journal seit 1788 bis 1802) die Vulkanität des Basaltes vertheidigte. Wenn man jetzt diese Streitschriften unbefangen liest, so unterliegt es kei-

nem Zweifel, dafs Voigt siegte; aber Werner's persönlicher Einflufs, begründet durch seine aufserordentlichen Leistungen, war damals so überwiegend, dafs Voigt von der Mehrzahl deutscher Geognosten überhört wurde, und seine dem herrschenden Systeme entgegengesetzten Ansichten veranlafsten sogar eine geringere Beachtung seiner übrigen literarischen Arbeiten über den *Thüringer Wald* und die *Rhön*, über praktische Gebirgskunde (1792) und über Steinkohlen, Braunkohlen und Torf (1802).

Während Werner in *Deutschland* sein rein neptunisches System aufzustellen begann, dem hier in Beziehung auf den Basalt einzelne Vulkanisten entgegentraten, da in ihren Ansichten noch weiter gehende Vulkanisten kaum wagten, damit hervorzutreten, hatte James Hutton zu *Edinburg* bereits seit 1788 eine ganz entgegengesetzte Ansicht über die Erdentstehung überhaupt ausgesprochen, die wir zur Unterscheidung von der blos den Basalt für vulkanisch erklärenden die plutonische nennen können. Hutton also erklärte nicht nur den Basalt, sondern auch Mandelstein, Porphyr, Granit u. s. w. für lavaartig emporgedrungene Steine, die jedoch deshalb sich von den gewöhnlichen Laven unterschieden, weil sie unter grofsem Druck erkaltet seien. Ebenso hielt er die meisten Flötzgebirgsgesteine für erhärtet durch unterirdische Wärme unter bedeutendem Druck und sprach zuerst den kühnen Gedanken aus, der körnige Kalkstein könne unter hohem Druck geschmolzen sein, ohne seine Kohlensäure verloren zu haben; eine Behauptung, welche erst mehre Jahre später durch die Experimente von James Hall erwiesen wurde, nachdem dieser, wie wir S. 372 gesehen haben, ebenfalls durch Versuche gezeigt hatte, dafs geschmolzene Steinmassen durch langsames Erkalten nicht schlackig, sondern krystallinisch werden, wodurch er die wichtigsten Einwände der damaligen Neptunisten gegen Hutton entwaffnete. Die unterirdische Wärme hielt Hutton für das Product einer eigenthümlichen Lebensthätigkeit der Erde. Seine, besonders durch Plaifair eifrig vorgetragenen Ansichten wurden übrigens zu seiner Zeit, weil sie den damals

bereits dominirenden entgegengesetzt waren, nur wenig beachtet und erregten erst später Aufsehen, als die sogenannte plutonische, jetzt herrschende Schule mit mancherlei Abweichungen daraus hervorging.

Wir treten nun der Gegenwart immer näher, ohne deshalb ausführlicher verfahren zu müssen, da die Lehren derselben zum Theil schon in den voranstehenden Elementen abgehandelt und dort auch die persönlichen Leistungen hier und da berührt worden sind.

Unter den Schülern Werner's, welche, seinem Geiste folgend, aber allmählig immer mehr seinem Systeme untreu werdend, bis in die gegenwärtige Zeit herein ragen, zeichneten sich unter Anderen folgende aus:

Karl Freiesleben und Ambrosius Reufs, welche aber beide weniger die Geologie als die Geognosie bearbeiteten, und von denen der Erstere namentlich die Kenntnifs der deutschen Flötzgebirge aufserordentlich vervollständigte. (Geogn. Beitr. zur Kenntn. des Kupferschiefergebirges, 1807—1815, geogn. bergm. Bemerk. über den Harz 1799, Beitr. zur mineral. Kenntn. v. Sachsen, 1817 und 1818.)

Unstreitig den höchsten Standpunkt unter den Schülern Werner's nehmen Alexander v. Humboldt und Leopold v. Buch ein, der Erstere durch seine, alle Zweige der Naturwissenschaft umfassenden Forschungen, der Letztere namentlich durch seine tiefen geognostisch-geologischen Studien, Beide durch vieljährige und weit ausgedehnte Reisen und durch einen hohen Grad jener glücklichen Eigenthümlichkeit, nicht durch vorgefafste Meinungen oder herrschende Ansichten von neuen fruchtbaren Gedanken abgehalten zu sein. Alexander v. Humboldt durchreiste nicht nur ganz *Europa*, sondern auch einen grofsen Theil von *Amerika* und *Asien*. Durch diese ausgedehnten Reisen wurde zuerst die unter allen Zonen und in allen Welttheilen gleichförmige, von klimatischen Verhältnissen unabhängige Zusammensetzung und Architektur der festen Erdkruste bestimmt erkannt; an den Vulkanen wurde der grofs-

artige Zusammenhang, sowie der tiefe Ursprung nachgewiesen und das Reich ihrer Thätigkeit dadurch aufserordentlich erweitert. Diese und viele ähnliche Belehrungen sind besonders zusammengestellt in dem wichtigen Werke über die Lagerung der Gebirgsarten in beiden Hemisphären (1820). Die aus den Petrefakten und anderen Umständen hervorgegangene Ueberzeugung, dafs die Erde in unseren Breiten vor der Erschaffung des Menschen weit wärmer gewesen sein müsse als jetzt, hatte früher schon mehre unhaltbare Erklärungen durch Veränderung der Erdaxenlage, der Ekliptik u. s. w. hervorgerufen; v. Humboldt erklärte diese Thatsache eine Zeit lang auf die Weise, dafs er annahm, bei dem Festwerden des früher flüssigen Erdkörpers durch eine Art von Krystallisation sei eine aufserordentliche Menge von Wärmestoff frei geworden und erst nach und nach durch Ausstrahlen in den Weltraum wieder verloren gegangen. L. v. Buch ist es, dem die Geognosie und Geologie vorzugsweise ihre gegenwärtige Gestalt und Ausbildung verdankt; er wies nach und deutete auf das Bestimmteste die Erhebung vulkanischer Inseln und Berge, der grofsen Gebirgsketten und ganzer Länder (S. 391.); er machte auf den äufseren und inneren Parallelismus der Gebirgssysteme aufmerksam, worauf Elie de Beaumont später seine Erhebungstheorie gründete (S. 425.); er entdeckte und deutete die Natur der Erhebungskrater (S. 393.); er unterschied den Melaphyr vom rothen, quarzführenden Porphyr, eine Unterscheidung, die um so wichtiger wurde, da er zugleich zeigte, dafs viele Gebirge durch den Melaphyr zuerst zu ihrer jetzigen Höhe erhoben worden sind. Er stellte eine kühne Hypothese über die räthselhafte Entstehung der Dolomitfelsen auf (S. 378.); er verfolgte das organische Leben der Vorwelt mit unermüdlichem Scharfblick durch alle Stadien seiner Entwickelung und förderte die Kenntnifs und geognostische Anwendbarkeit der Versteinerungen in hohem Grade, namentlich durch seine Arbeiten über *Ammoniten* und *Terebrateln*, die einen ganz neuen Weg der Betrachtung eröffneten; er ist endlich noch fortwährend damit beschäftigt, die

deutschen Flötzgebirge nach geognostischen und petrefactologischen Charakteren geordnet darzustellen.

Die wichtigsten der vielen Arbeiten L. v. Buch's sind: Geogn. Beobachtungen auf Reisen durch *Italien* und *Deutschland* 1802 und 1809, Reise durch *Norwegen* und *Lappland* 1810, physikalische Beschreibung der *Canarischen Inseln* 1825, die in v. Leonhard's Taschenbuch 1824 abgedruckte Abhandlung über Melaphyr und Dolomit, ferner über Ammoniten 1832, über Terebrateln 1834, über Delthyris 1837, über den Jura in *Deutschland* 1839, Beiträge zur Bestimmung der Gebirgs-Formationen in *Rufsland* 1840.

In Frankreich wurde die Werner'sche Lehre zuerst durch Brochant de Villiers und vorzüglich durch d'Aubuisson de Voisin verbreitet, welcher letztere 1819 in seinem *Traité de Geognosie* eine vollständige Entwickelung derselben lieferte, die als die befste ihrer Zeit durch Uebersetzungen wieder nach *Deutschland* zurückgebracht wurde; d'Aubuisson, der 1803 auch für den Basalt noch die neptunische Bildungshypothese lebhaft vertheidigt hatte, wich jedoch, nachdem er die *Auvergne* gesehen, in diesem Punkte gänzlich von seinem grofsen Meister ab. Dieses Untreuwerden der eifrigsten und berühmtesten Schüler Werner's, nachdem sie vergeblich versucht hatten, die Natur dem Systeme anzupassen, mufs selbst für den Uneingeweihten kein geringer Beweis der Unhaltbarkeit des Princips sein. Auch v. Humboldt und v. Buch waren, als sie in die Welt hinaus zogen, eifrige Neptunisten, wie anders kehrten sie heim!

Der lebhafteste Vertheidiger von Werner's Lehre in *England* war Jameson, der 1811 die *Wernerian Society* stiftete. Der *Freiberger* Lehrstuhl der Geognosie blieb seinem Begründer noch lange treu. In den Jahren 1833 und 1836 legte Kühn, sein Nachfolger, die neptunische Lehre mit grofser Vollständigkeit und gewissenhafter Berücksichtigung gemachter Einwände dem grofsen Publicum in seiner Geognosie vor. Seit 1835 nimmt jedoch

Naumann, als entschiedener Vulkanist, seine Stelle als Lehrer der Geognosie zu *Freiberg* ein.

Unter deutschen Lehrern der Geognosie und Geologie vom ersten Ruf ist hier namentlich auch Cäsar v. Leonhard zu nennen, dessen besondere Leistungen bereits vielfach erwähnt worden sind. Er gehört dem herrschenden Systeme an.

Ein unermeſsliches Hülfsmittel zu ihrer ferneren Entwickelung gewann die Geologie und Geognosie im Anfange dieses Jahrhunderts durch die sorgfältige Beachtung der Versteinerungen und ihres Vorkommens in den Gebirgsschichten. Früher hatte man diese gewöhnlich nur als Ueberreste einer vorweltlichen Schöpfung betrachtet und wenig auf ihre Aufeinanderfolge von unten nach oben geachtet. Da machte William Smith, welcher auf seinen Geschäftsreisen als englischer Civilbaumeister Gelegenheit hatte, die englischen Flötzgebirge in allen Theilen des Landes genau kennen zu lernen, zuerst darauf aufmerksam, daſs diese Reste von untergegangenen Thier- und Pflanzenschöpfungen in den verschiedenen Gebirgsschichten keinesweges zufällig vertheilt sind, sondern daſs gewisse Formen stets nur in gewissen Schichten unabänderlich wiederkehren, und eine jede Species ihre bestimmte Stellung behauptet, weshalb ihr Vorkommen in verschiedenen Theilen von *England* zu Identificirung der Schichten, in welchen sie gefunden werden, dienen müsse. Diese Beobachtung wurde später durch unzählige Thatsachen bestätigt, und hat den auſserordentlichen Rang begründet, welchen die Versteinerungskunde gegenwärtig im Gebiete der Geognosie und Geologie einnimmt, denn sie ist dadurch nicht nur das beſste und sicherste Hülfsmittel zu Bestimmung des relativen Alters der Flötzformationen, sondern auch die reichhaltigste Quelle für die Entwickelungsgeschichte der klimatischen Verhältnisse und des organischen Lebens auf der Erde geworden. Ueber die Aufeinanderfolge der vorzüglichsten Arbeiten im Gebiete der Petrefactenkunde giebt die S. 123 angeführte Literatur Auskunft.

Wir kehren nun zu den Grundzügen der Ausbildung der Geologie im engeren Sinne zurück, da die neuesten

Fortschritte der Geognosie im Verlaufe der Schrift bereits berücksichtigt worden sind. Nachdem man sich vielseitig von der Unhaltbarkeit einer consequent durchgeführten neptunischen Erdentstehungstheorie überzeugt hatte, begannen die sogenannten plutonischen Ansichten sich immer mehr zu entwickeln. Cordier hatte die Annahme eines ursprünglich heifsflüssigen Zustandes der Erde auf's Neue angeregt und mit haltbaren Gründen unterstützt. Scipio Breislack, ein Italiener, erbaute seine Geologie auf eine gleiche Voraussetzung, wobei er jedoch sonderbarer Weise — vielleicht aus übertriebener Ehrfurcht vor dem Alter des Granites — annahm, dafs die Erkaltung von innen nach aufsen vorgeschritten sei. Die versteinerungsleeren krystallinischen Gesteine galten ihm zwar sämmtlich für Erstarrungsproducte, nicht sehr glücklich war er aber mit der weiteren Anwendung dieser guten Grundlage, da er weder die Erdwärme, noch die Schichtenaufrichtungen und Gebirgserhebungen damit in einen doch so nahe liegenden Zusammenhang brachte.

Eine ganz neue und in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts viel Anklang findende Ansicht rief der berühmte Chemiker Humphry Davy hervor, indem er die eben erst entdeckte Zusammensetzung der Erden und Alkalien aus metallischen Basen und Sauerstoff auf die Geologie anwendete. Er suchte zunächst durch den Oxydationsprocefs der Erdbasen die vulkanischen Erscheinungen speciell zu erklären, und in Folge davon hielt man endlich den ganzen Erdkörper für einen nur an der Oberfläche oxydirten Metallklumpen und alle krystallinischen Gesteine für Oxydationsproducte der Metalloide und Metalle, so nämlich, dafs der Vorgang der Oxydation zugleich ihre Lagerungs- und Verbandsverhältnisse erklären sollte. Diese durch eine zufällige Entdeckung der Chemie hervorgerufene und jedenfalls sehr beachtenswerthe Hypothese wurde neuerlich von Bischoff in seiner Wärmelehre gründlich widerlegt, auf dessen eigene Ansichten wir später zurückkommen werden.

Auf die Beobachtungen L. v. Buch's, dafs in gewissen Gegenden bestimmte Richtungen der Bergketten

und zum Theil auch der Streichungslinien und Gränzen der Gesteine, sowie der Hauptthäler, vorherrschen, fufsend und diese Beobachtungen speciell fortsetzend, begründete Elie de Beaumont im J. 1830 seine Erhebungstheorie, nach welcher alle Gebirgsketten gleichen Alters auch gleiche Richtung haben. Er nimmt an, dafs die Erdkruste in verschiedenen Perioden durch jedesmal an allen Orten parallel wirkende Kräfte zu Gebirgen erhoben worden sei. Sein Verfahren, das relative Alter der Gebirgserhebungen zu bestimmen, beruht auf dem sehr einfachen unbestreitbaren Satze, dafs gehobene oder steil aufgerichtete Schichten stets älter sein müssen als die Ursachen ihrer Hebung oder Aufrichtung, und dafs überall wagerecht an ein Gebirge angelagerte Formationen aller Wahrscheinlichkeit nach jünger sind als die Erhebung des Gebirges. Auf diese Weise gelangte er zur Feststellung der überaus wichtigen Wahrheit, dafs die Gebirge in sehr verschiedenen Zeiten entstanden sind, und dafs ihre Erhebungsepochen von grofsem Einflufs auf die Reihenfolge und Gruppirung der Flötzgebirge gewesen sein müssen. Elie de Beaumont hat bereit 12 bis 15 dem Alter und der Richtung nach verschiedene Erhebungsysteme unterschieden, von welchen die 12 am deutlichsten erkannten auf folgende Weise charakterisirt werden.

1) Das System von *Westmoreland* und vom *Hundsrück*. Die Grauwackenschichten sind gehoben, aber keine neueren. Die Richtung der Hebung ist NO¼O — SW¼W. Hierher gehören z. B. die *Eifel*, der *Taunus*, die Insel *Man* und *Süd-Schottland*.

2) System der *Belchen* (in den *Vogesen*). Die Schichten bis zum Kohlenkalkstein aufwärts sind gehoben, die Steinkohlen liegen übergreifend darüber. Streichungslinie O15°S — W15°N. Hierher gehören z. B. die Hügel der *Bocage* in *Calvados*.

3) System von *Nord-England*. Die Schichten der Steinkohlenformation sind die jüngsten dadurch erhobenen. Streichungslinie S — N.

4) System der *Niederlande* und von *Süd-Wales.* Das ganze Steinkohlengebirge ist gehoben. Streichen NO — SW. (*Saarbrück*, *Aachen.*)

5) *Rheinisches System.* Hebung bis zum Zechstein. Streichen S — N. oder SSW — NNO. (*Vogesen*, *Schwarzwald.*)

6) System des *Böhmer* und *Thüringer Waldes.* Der Keuper ist die jüngste gehobene Formation. Streichen SO — NW. (*Vendée*, *Bretagne.*)

7) System des *Erzgebirges.* Gehoben soll die Juraformation, nicht gehoben der Quadersandstein sein. Streichen SW — NO. (*Côte d' Or*, *Mont Pilas*, *Jura* z. Th.)

8) System des *Monte Viso.* Der ältere Theil der Kreide ist gehoben, der jüngere nicht. Streichen NNW — SSO.

9) System der *Pyrenäen* und *Apenninen.* Die jüngsten Kreideschichten sind mit gehoben, die Molasseschichten nicht. Streichen NW — SO, also dem sechsten parallel, von dem es oft schwer zu unterscheiden ist. (*Harz*, *Teutoburger Wald* u. s. w.)

10) System von *Corsica* und *Sardinien.* Die ältesten Molasseglieder sind gehoben, die jüngeren nicht. Streichen S — N. (*Hessische Basaltberge.*)

11) System der *West-Alpen.* Auch die jüngsten Molasseglieder sind mit erhoben. Streichen N26°O — S26°W.

12) System der Hauptkette der *Alpen*, von Wallis bis Oesterreich. Ein Theil der Diluvialgebilde ist mit erhoben. Streichen W — O oder ONOg.O — WSWg.W. (*Monte Ventoux*, *Leberon.*)

Es läfst sich Mancherlei gegen die strenge Durchführung dieser Erhebungstheorie anführen. Viele Gebirge sind offenbar nicht auf einmal, sondern ruckweise zu verschiedenen Zeiten in gleicher oder abweichender Richtung bis zu ihrer gegenwärtigen Höhe erhoben worden, so das *Erzgebirge* vor der Steinkohlenbildungszeit, zwischen dieser und der des Rothliegenden, endlich vor und nach der Ab-

lagerung des Quadersandsteins; der *Thüringer Wald* vor der Bildung des Kohlengebirges und nach Ablagerung des Keupers, vielleicht sogar zum dritten Male nach der Kreideperiode gemeinschaftlich mit dem parallelen *Harz*, der ebenfalls mehre Hebungen erlitten hat. Diese verschiedenen Erhebungen sind zum Theil sehr deutlich nachweisbar durch abweichende und übergreifende Lagerungsverhältnisse der Flötzgebirge. Es scheint der einmal gebrochene Weg stets leicht wieder von Neuem aufgerissen zu sein; deshalb finden sich denn auch in den Gebirgen gewöhnlich Massengesteine sehr verschiedenen Alters beisammen, während weite Strecken dazwischen eine sehr einförmige Zusammensetzung zeigen. Ferner ist die Annahme, dafs gleichzeitige Hebungen überall parallel und ziemlich geradlinig erfolgt seien, nicht hinreichend begründet; auch würde es schon deshalb sehr schwierig sein, diese Erhebungssysteme über die ganze Erdoberfläche zu verfolgen, weil sich ihre Zahl sehr vermehren, ihre Richtungen oft aufserordentlich nähern, oder sogar gänzlich zusammenfallen wird. Dessenungeachtet hat diese geistreiche Theorie unsere Wissenschaft aufserordentlich gefördert, und viele unbestreitbare Wahrheiten sind dadurch zuerst in helles Licht gestellt worden. Auch sind die ersten Elemente derselben wohl begründet, d. h. viele Erhebungen sind über grofse Landstriche hinweg oft gleichzeitig und meist parallel erfolgt, und das relative Alter der Erhebungsepochen läfst sich aus dem Verhalten der dadurch afficirten oder nicht afficirten Flötzgebirge schliefsen.

In *England*, wo man sich von jeher vorzugsweise bemüht hat, die Resultate geologischer Forschungen mit den Aussprüchen der Bibel in möglichsten Einklang zu bringen, versuchte diefs in den letzten Jahren Dr. Buckland in Beziehung auf die plutonischen Lehren der Geologie, indem er in seinem übrigens ganz vortrefflichen Bridgewater-Buche die Schöpfungsgeschichte der Bibel nur auf die letzte geologische Periode seit der Diluvialzeit bezieht und alle früheren Perioden ganz unabhängig davon betrachtet. Wir überlassen es dem Glauben eines Jeden, zu

beurtheilen, inwiefern dadurch für das Seelenheil der Geologen oder für ihre Wissenschaft etwas gewonnen wird. Unabhängiger von den Vorurtheilen seiner Zeit entwickelte Charles Lyell seine *Principles of Geology* (und *Elements of Geology*), worin er zu erweisen sucht, dafs in allen vergangenen Perioden keine anderen Kräfte und Umstände auf die Ausbildung der Erde eingewirkt haben als gegenwärtig. Diese zwar mit vielen höchst lehrreichen Entwickelungen der gegenwärtigen Veränderungen der Erdoberfläche unterlegte, aber etwas extreme Behauptung ist vielfach mit guten Gründen bestritten worden, hat aber doch den unendlichen Nutzen gehabt, auf die gegenwärtig thätigen Kräfte und ihre grofsartigen Wirkungen mehr aufmerksam zu machen und ihnen als äufserst wichtigen Elementen der Geologie gröfsere Anerkennung zu verschaffen. Lyell fordert, um den gegenwärtigen Zustand der Erde durch die jetzt thätigen Kräfte entstehen zu lassen, nichts Anderes als ungemessene Zeiträume. Wenn z. B. die heutigen Erdbeben zuweilen Hebungen oder Senkungen grofser Landstriche von wenigen Fufsen bewirken, so gehören nur einige tausend in Millionen Jahren auf einander folgende Erdbeben dazu, um ein ausgedehntes Land, eine mächtige Gebirgskette viele tausend Fufs hoch zu erheben oder Festland tief unter den Meeresspiegel zu senken. Die Gesteine theilt er in neptunische (wässerige), vulkanische, plutonische und metamorphische; sie alle entstehen nach ihm noch fortwährend, die ersteren beiden Arten vor unseren Augen, die letzteren beiden (auch Hypogene genannt) hingegen in grofser Tiefe unter hohem Druck. Aus den neptunischen und vulkanischen werden durch Umwandelung metamorphische (Gneifs, Glimmerschiefer etc.), die plutonischen aber (Granit etc.) unterscheiden sich von den vulkanischen nur deshalb, weil sie eben in grofser Tiefe erkalten. Nach dieser Hypothese sind zu jeder Zeit aufser den plutonischen auch vulkanische Gesteine entstanden, und wir fragen vergeblich, warum in den älteren Flötzgebirgen keine Geschiebe, oder andere Spuren von Laven und Basalten gefunden worden. Lyell übergeht den frühesten Zustand des Erdkörpers als

unerforschlichen Act der Schöpfung gänzlich und nimmt, den bisherigen Erfahrungen widersprechend, an, dafs das organische Leben auf der Erde nicht stufenweise entwickelt, sondern von Anfang an vollständig und dem jetzigen ähnlich gewesen sei. Gern wollen wir ihm zugeben, dafs die Naturkräfte und Gesetze von Anfang an dieselben waren, und es dankbar anerkennen, dafs er diese Idee lebhaft angeregt hat; aber die Wirkungen dieser Gesetze und Kräfte haben offenbar den gegenwärtigen Zustand, der kein ursprünglicher sein kann, erst aus einem früheren herausgebildet und sind sich folglich nicht durch alle Zeiten gleich geblieben, sondern haben sich mit ihren Objecten fortwährend verändert. Diese Hauptidee ist es, welche unserem Systeme zu Grunde liegt.

Keferstein hält die Erde im Allgemeinen für einen lebenden Organismus und geht darin so weit, die täglichen Barometerschwankungen dem Athmungsprocefs, die Quellen und Vulkane den regelmäfsigen und krankhaften Secretionen eines Thieres zu vergleichen u. s. w. Die krystallinischen Gesteine läfst er durch einen eigenthümlichen organischen Gährungsprocefs aus den mechanisch abgelagerten entstehen und berücksichtigt überhaupt — weil er es mit einem lebenden Wesen zu thun zu haben glaubt — die Gesetze der Physik und Chemie so wenig, dafs ihm auf diese Weise allerdings die willkürlichen Erklärungen aller Erscheinungen sehr leicht werden. Nach dem in diesen Blättern früher (S. 380 u. s. w.) Gesagten bedarf diese in seiner Naturgeschichte der Erde (1834) sehr geschickt und für den Laien verführerisch vorgetragene Hypothese Keferstein's keiner weiteren Widerlegung; eben so wenig als gewisse mystische geologische Faseleien der neueren Zeit, welche mit grofser Zuversicht und Salbung die Entstehung und Ausbildung der Erde vorzugsweise durch polarische, galvanische Wirkungen, durch Krystallisation der Berge, durch Herunterstürzen ungeheuerer Meteorsteinmassen u. s. w. zu erklären versuchten, wozu nur grofser Mangel geognostischer Kenntnisse verleiten konnte.

Einen sehr werthvollen Beitrag zur wissenschaftlichen

Begründung und Ausbildung der Geologie lieferte dagegen neuerlich besonders Gustav Bischoff in seiner Wärmelehre des Inneren unseres Erdkörpers (1837), worin er den heifsflüssigen Zustand des Erdinneren, die allmählige Erkaltung desselben, die Entstehung der Massengesteine durch diese Erkaltung, die Entstehung der heifsen Quellen, vulkanischen Eruptionen und Erdbeben durch Eindringen von Wasser zu jenem heifsflüssigen Inneren, mit fast mathematischer Bestimmtheit aus physikalischen Gründen erweist, oder wenigstens den natürlichen Zusammenhang aller dieser Erscheinungen so klar vor Augen legt, dafs der aufmerksame und unbefangene Leser nicht füglich mehr daran zweifeln kann.

Erst im vorigen Jahre wurde die plutonische Lehre aus ganz theoretischem Standpunkte von Dr. Petzholdt behandelt. Er verfolgt in seiner Erdkunde (Geologie) den Ursprung der Erde bis zu dem ersten Keime ihrer Selbstständigkeit zurück, indem er mit La Place annimmt, sie sei wie die übrigen Planeten durch Concentration aus einer Dunstatmosphäre der Sonne entstanden, wodurch allerdings die gleichförmige Bewegung aller Planeten und Trabanten sehr gut erklärt wird. Durch Abkühlung und Rotation entstand hierauf unter der Mitwirkung chemischer Attractionskräfte in dem grofsen Dunstkörper ein heifs tropfbarflüssiges Revolutionssphäroid, welches endlich sich mit einer starren Kruste bedeckte. Der fernere Verlauf der Erdausbildung wird nun von Petzholdt mit vieler Gewandtheit im Allgemeinen so vorgetragen, wie ein grofser Theil der Plutovulkanisten es annimmt, und wie wir es ähnlich in dem Systeme der Geologie kürzlich auf unsere besondere Weise darstellen werden. Als Dr. Petzholdt eigenthümlich ist es jedoch anzusehen, dafs er vor der Erstarrung eine sehr strenge Sonderung der flüssigen Erdmasse je nach dem specifischen Gewichte annimmt, wodurch er die chronologische Aufeinanderfolge der Gebirgsarten zu erklären sucht, was zwar früher auch schon, aber nie mit dieser Consequenz geschehen war (vergl. mein Glaubensbekenntnifs v. J. 1835). Durch diese Consequenz läfst er

sich aber verführen, den geognostischen Thatsachen widersprechend, die Erzgänge, deren Hauptmasse oft nicht einmal wirklich schwerer ist, sämmtlich für jünger als die Basalte zu halten, sowie ohne andere haltbare Gründe anzunehmen, unter dem Granit seien zuerst erstarrte grofse Massen von Alkalien vorhanden gewesen und die Trachyte und Laven seien auf ganz andere Weise als die übrigen Massengesteine, z. B. nicht wie die Basalte durch Emporhringen des heifsflüssigen Inneren, sondern durch Umschmelzung vorhandener Granite, Basalte u. s. w. entstanden.

Wie sehr Oertlichkeiten auf die Entwickelung geologischer Ansichten einzuwirken vermögen, lehren neuerlichst wieder die Eishypothesen von Agassiz. Nachdem dieser berühmte Forscher die Natur und Bildung seiner vaterländischen Gletscher sehr gründlich studirt hat, hält er nicht nur alle erratischen Blöcke für durch Gletscher transportirte Morainentheile und die Reibungsflächen am festen Gesteine überall für Gletscherwirkungen, sondern er nimmt sogar in Folge davon zwischen allen markirten geologischen Epochen gewisse Eisperioden an, in welchen fast die ganze Erdoberfläche mit Eis bedeckt gewesen sein soll. Vor allen Dingen ist dagegen zu bemerken, dafs so abgeschlossene geologische Perioden, wie sie Agassiz sich denkt, überhaupt weder nachgewiesen, noch wahrscheinlich sind. Wir haben keinen Grund, anzunehmen, dafs die Veränderungen der physikalischen Zustände der Erdoberfläche in der Regel plötzlich und ruckweise vorgegangen seien. Die meisten Formationsgränzen, die doch allein zu Bildung geologischer Perioden benutzt werden könnten, sind theils nur locale Phänomene, theils schwankend und willkürlich. Wollte man jede Formation oder Gruppe für das Resultat einer gänzlich abgeschlossenen Erdausbildungs-Periode halten, so würde das ein ähnlicher Mifsgriff sein, als wenn man in der allgemeinen Weltgeschichte gewisse scharf abgegränzte Perioden als für alle Völker gültig annehmen wollte.

Es ist von jeher eine Eigenthümlichkeit der Menschen gewesen, aus einzelnen wichtigen Beobachtungen oder Entdeckungen möglichst allgemeine Folgerungen abzuleiten.

So hat man aus den Anschwemmungen des Nils auf die wässerige, aus den Lavaströmen einiger Vulkane auf die feurige Entstehung der Erde und aller Gesteine geschlossen; so hat Werner aus der gleichförmigen Lagerung der Flötzgebirge die aller anderen Gesteine abgeleitet. Weil einige Gesteine durch Brennen fester werden, sollten nach Hutton, die ursprünglich vom Wasser niedergeschlagenen fast alle durch Hitze erhärtet sein. Als Davy die Basen der Alkalien und Erden entdeckt hatte, sollte die ganze Erdkruste durch ihre Oxydation entstanden sein. Als Lyell wahrgenommen hatte, dafs die gegenwärtigen Veränderungen der Erdoberfläche weit beachtenswerther sind, als man bis dahin geglaubt, sollten sie nun hinreichen, alle geologischen Phänomene zu erklären. Nachdem Ehrenberg gefunden hatte, dafs einige Gesteine aus Resten von Infusionsthierchen bestehen, fing man an, überall Infusorien zu sehen und zu vermuthen und sehr viele Gesteine aus ihnen entstehen zu lassen. Erst vor 3 Jahren bemühte sich Keferstein, die kaum beachtete Gleichen'sche Hypothese v. J. 1782 an das Tageslicht hervorzuziehen, nach welcher die ganze Erde durch Anhäufung von Infusorien in einer grofsen Wasserkugel entstanden ist. Die Agassizische Eishypothese ist offenbar ein ähnliches Product der Verallgemeinerung. Dergleichen einseitige oder übertriebene Ansichten, wovon sich noch sehr viele Beispiele aufzählen liefsen, erlöschen gewöhnlich bald wieder, aber die Wissenschaft gewinnt fast aus jeder einige Belehrungen und Fortschritte.

Bei Bearbeitung dieses historischen Abrisses wurden besonders Fr. Hoffmann's Geschichte der Geognosie (in einigen Stellen wörtlich) und Keferstein's Geschichte und Literatur der Geognosie benutzt; der letzte Theil jedoch ist nur aus den Quellen geschöpft.

VI.

System der Geologie.

(Erster Zustand — erste Gestaltung — Rindenbildung durch Erkaltung — Massengesteine — Wasser — Organismen — Grünsteine — körniger Kalkstein und Quarzfels — Kohlengruppe — Porphyre — Rothliegendes — Melaphyre — Kupferschiefer — Trias — Juragruppe — Kreidegruppe — Molasse — Basalt — Diluvionen.)

Erster Zustand. — Der erste Zustand unserer Erde, welchen wir aus den vorliegenden Umständen mit einiger Sicherheit erschliefsen können, ist ein heifsflüssiger gewesen; über einen früheren, vielleicht dampfförmigen, zu urtheilen, liefert uns die Geognosie kein Anhalten, diese weiteren Speculationen gehören vielmehr ganz in das Gebiet der Physik oder Astronomie. Die Gründe, welche uns zur Annahme eines heifsflüssigen Zustandes berechtigen, sind kürzlich folgende:

1) Aus der Form der Erde, welche vollständig einem Rotationssphäroid (einer durch Umschwung um ihre Axe abgeplatteten Kugel) entspricht, geht mit Zuverlässigkeit hervor, dafs ihre ganze Masse einst weich, d. h. in gewissem Grade flüssig war; denn es ist unserem Verstande zuwider, eine Gestalt, die vollkommen den noch jetzt auf den Erdkörper wirkenden Gesetzen der Schwere und Centrifugalkraft entspricht, durch etwas Anderes zu erklären als eben durch die Wirkung dieser Kräfte, die wirklich vorhanden sind, die aber nur einen flüssigen Körper (einen sich drehenden Tropfen) so gestalten konnten. Diese Gestalt widerspricht zugleich allen Annahmen eines wahren organischen Lebens der Erde; denn sie ist lediglich durch das Gesetz der Gravitation, von welchem die Centrifugal-

kraft nur ein Theil ist, bedingt, während organische Geschöpfe und selbst schon Krystalle stets mehr oder weniger das Gravitationsgesetz überwinden.

2) Auch die Form, der gegenseitige Verband und die Natur aller uns bekannten festen Bestandtheile des Erdkörpers — der Gesteine — lehrt, dafs sie einst weich, flüssig waren.

Nun ist aber

3) Wärme das einzige uns bekannte Auflösungs- oder Erweichungsmittel für die Totalmasse aller irdischen Stoffe. In Wasser z. B. lösen sich nur sehr wenige auf, und in dem jetzt auf der Erde vorhandenen Wasser würde überdiefs nur ein höchst kleiner Theil alles Festen gleichzeitig erweicht sein können.

Folglich vermögen jene beiden ersten Thatsachen nur durch einen heifsflüssigen Zustand erklärt zu werden; für diesen sprechen aber auch ferner folgende Umstände:

4) Die in der Richtung gegen den Mittelpunkt der Erde hin beobachtete constante Zunahme der Temperatur, die warmen Quellen, die Vulkane und die Erdbeben deuten an, dafs das Erdinnere noch jetzt sehr warm und zum Theil sogar heifsflüssig ist. Dasselbe geht indirect auch aus der mittleren Dichtigkeit und Schwere der Erde hervor, welche noch viel gröfser sein müfste, als man sie gefunden hat, wenn nicht eine mächtig ausdehnende Kraft, wie es die Wärme ist, dem Drucke der Massen gegen den Mittelpunkt ein Gegengewicht hielte.

5) Die durch Erkaltung aus Lavaströmen entstehenden Gesteine sind in jeder Beziehung vielen älteren Massengesteinen aufserordentlich ähnlich und durch diese mit den anderen Massen- und Schiefergesteinen so nahe verwandt, dafs sich überhaupt für alle abnormen Gesteine, welche doch, wie wir gesehen haben, den gröfsten und wichtigsten Theil der festen Erdkruste ausmachen, ein ähnlicher Ursprung um so mehr voraussetzen läfst, da ein grofser Theil derselben zugleich unter Verhältnissen beobachtet wird, welche auf ihre gewaltsame Bewegung in weichem Zustande von unten nach oben hindeuten und welche durch allerhand

chemische Einwirkungen auf die durchbrochenen Gesteine eine hohe Temperatur vermuthen lassen.

Versuchen wir es, unter diesen Umständen von der Annahme des einst heifsflüssigen Zustandes des ganzen Erdkörpers auszugehen und unter der Voraussetzung, dafs der Weltraum schon damals eine niedrigere Temperatur als die jetztige Erdoberfläche gehabt habe, daraus durch einfache Anwendung der uns bekannten Naturgesetze den gegenwärtigen Zustand der Erde abzuleiten. Gelingt diefs, so wird es von Neuem zum Beweise der Richtigkeit jener Voraussetzung dienen.

Erste Gestaltung. — Wie jeder freischwebende, vorherrschend nur der Schwerkraft der eigenen Theile unterworfene flüssige Körper, so mufste auch die heifsflüssige Erde sich zur Kugel (zum Tropfen) formen und zwar in der Weise, dafs, wenn überhaupt verschieden schwere (ungleich stark sich anziehende) Theile vorhanden waren, die schwereren sich nach dem Mittelpunkte senkten, und immer leichtere sich concentrisch darum herum lagerten. Waren aufser den tropfbar flüssigen auch elastisch flüssige Theile vorhanden, so werden diese die äufserste Schicht eingenommen, die erste Atmosphäre gebildet haben, eine Atmosphäre, die offenbar aus ganz anderen und viel mehren Stoffen bestand als unsere jetzige, weil viele Körper und Stoffe noch nicht im tropfbar flüssigen oder festen, sondern nur im dampfförmigen Zustande verbleiben konnten, z. B. das Wasser, der Kohlenstoff u. s. w.

Durch den Umschwung um eine imaginäre Axe wurde nothwendig die Kugelform an den Polen abgeplattet und in die eines Rotationssphäroides verwandelt. Da aber gleichzeitig auch die übrigen Himmelskörper, namentlich Sonne und Mond, mit einer gewissen Anziehungskraft auf die Erde wirkten, durch welche sie noch gegenwärtig die Ebbe und Fluth des Meeres veranlassen, so wird dadurch die regelmäfsige Rotationsgestalt der Erde einigermafsen gestört und abgeändert worden sein, wie denn auch wirklich die Gradmessungen und Pendelbeobachtungen verschiedener Ge-

genden gleicher Breiten etwas abweichende Resultate für die Gestalt der Erde ergeben haben.

Rindenbildung durch Erkaltung. — Die Temperatur des Weltraumes scheint, nach der Temperatur unserer Erdpole zu schliefsen, gegenwärtig unter — 40° C zu liegen. Es ist kein Grund vorhanden, eine wesentliche Veränderung derselben anzunehmen, und so wird denn diese niedere Temperatur von je her erkaltend auf den viel wärmeren Erdkörper gewirkt haben, bis endlich der ferneren Erkaltung dadurch Gränzen gesetzt wurden, dafs die von der Erde in den Weltraum ausstrahlende Wärme nicht mehr betrug als die durch die Sonnenstrahlen auf der Erdoberfläche erzeugte. Dieser Zustand scheint bereits seit sehr langer Zeit, vielleicht seit Erschaffung des Menschengeschlechtes, eingetreten zu sein; wenigstens soll nach Fourié's Berechnungen aus einer vor 2000 Jahren beobachteten Mondfinsternifs die Gesammttemperatur des Erdkörpers seit jener Zeit noch nicht um $\frac{1}{288}$° abgenommen haben können, weil sonst sein Durchmesser sich verkleinert und seine Umfangsgeschwindigkeit sich merklich verändert haben müfste, was nicht der Fall ist. Eine sehr sinnreiche Berechnung, die jedoch von Bischoff in seiner Wärmelehre angegriffen worden ist.

Die von aufsen einwirkende Erkaltung bewirkte, als sie einen gewissen Grad erreicht hatte, nothwendig die Erstarrung der äufsersten, bis dahin heifsflüssigen Rinde der Erde, und so entstand durch einen dem Gefrieren des Wassers genau entsprechenden Procefs die erste Erstarrungskruste.

Die Lagerungsverhältnisse und manche andere Umstände lassen voraussetzen, das dafs Resultat dieser ersten Erstarrung die krystallinischen Schiefergesteine waren. Die Schieferung und Schichtung dieser Gesteine dürfte nicht nur durch die krystallinisch blätterige Tendenz des vielen beigemengten Glimmers, sondern ganz besonders auch durch die unter ziemlicher Ruhe successive vorschreitende Erkaltung, wie durch das Anlegen immer neuer dünner Erstarrungsrinden an die erste und äufserte, zu erklären sein. Dabei richtet sich die Aufeinanderfolge der drei Hauptge-

steine einigermaſsen nach ihrem Schmelzgrade, d. h. zuerst erstarrten die nur aus den strengflüssigeren Mineralien, aus Quarz und Glimmer, bestehenden Thon- und Glimmerschiefer, und erst später, also tiefer, trat zu diesen auch der leichtflüssigere Feldspath im Gneiſs.

Schmelzgrad und specifisches Gewicht scheinen überhaupt die vorzüglichsten Motive für die Reihenfolge der in den einzelnen Zeitabschnitten zur Erstarrung gelangten Theile der heiſsflüssigen Erdmasse zu sein; nach dem specifischen Gewichte, sowie nach chemischen Attractionen, hatten sich die verschiedenen Bestandtheile während der Zeit gänzlicher Flüssigkeit möglichst gesondert, d. h. von den einzelnen, durch chemische Verwandtschaft zusammengehaltenen Stoffgemengen schwammen die leichteren gröſstentheils oben und kamen deshalb im Allgemeinen früher zur Erstarrung als die schwereren; unter ihnen aber erstarrten wieder die strengflüssigeren zuerst. Auf die Natur der so entstehenden Gesteinen wirkten aber zugleich ihr Raumverhältniſs und die verschiedene Schnelligkeit der Abkühlung auſserordentlich modificirend ein. Der specifischen Schwere, dem Flüssigkeitsgrade und zugleich dem geologischen Alter nach folgen die Hauptgesteinsgruppen ungefähr so aufeinander:

Schiefer- und Granitgesteine	die ältesten und leichtesten.
Porphyre, Grünsteine und Melaphyre	mittlere.
Basalte und dichte Laven	die jüngsten und schwersten.

Man darf jedoch diese allgemeinen Regeln nicht speciell auf alle Gesteine ausdehnen wollen; einzelne derselben können durch besondere Umstände in ihrem Erstarren gehindert oder beschleunigt und in ihrem Gewichte durch Krystallisation modificirt worden sein. Fast alle sind durch die Erstarrung leichter geworden, als sie im flüssigen Zustande waren.

Urgebirge, Urgesteine, waren früher sehr beliebte Bezeichnungen für die ältesten oder im Gegensatze zu den Secundärgebirgen ursprünglichen Gebilde; will man darunter vorzugsweise nur die ältesten, allen anderen vorausgegangenen Gesteine und somit zugleich eine Epoche ihrer Entstehung — die Urzeit — bezeichnen, so darf dieser Ausdruck nach unserer Theorie nur noch auf die Gesteine der ersten Erstarrungsrinde, Thonschiefer, Glimmerschiefer und Gneifs, angewendet werden, welche in der Regel keine Bruchstücke von etwas ihnen vorausgegangenem Festen enthalten. Will man aber durch Urgesteine nur ursprüngliche, d. h. nicht aus ihrem ersten festen Zustande umgeänderte, bezeichnen, so wird man dahin auch alle durch Erstarrung entstandenen Massen- und viele Ganggesteine zu rechnen haben, z. B. Granit, Grünstein, Porphyr, Melaphyr, Basalt, Lava, einigen körnigen Kalkstein, einige Erzgänge u. s. w.

Massengesteine. — Die durch Erstarrung gebildete erste feste Rinde konnte unmöglich sogleich ganz und unzerstört bleiben. Die Bewegungen der darunter befindlichen heifsflüssigen Masse, welche durch Einwirkung von Sonne und Mond (Ebbe und Fluth), sowie durch andere kosmische und tellurische Agentien (Magnetismus, Elektricität u. s. w.) nothwendig und fortwährend veranlafst werden mufsten, sowie die Zusammenziehung durch Abkühlung, sprengten stets die sich bildende Kruste auf die manchfaltigste Weise entzwei. Durch die gröfseren oder kleineren Oeffnungen und Spalten drangen flüssige Massen zur Oberfläche empor, welche meist unter unausgesetzter Bewegung krystallinisch körnig erstarrten und dadurch mächtige, z. Th. aufgerichtete Schollen jener an ruhigeren Stellen fortdauernd sich noch bildenden Schiefergesteine aneinander kitteten. Es sind namentlich die Gesteine der Granitgruppe, welche diesen ersten Verband der einzelnen Schieferschollen bewirkten, und von denen einige (Gneifs, Granulit) unter besonders günstigen Umständen wohl noch schieferige Textur angenommen haben mögen, wodurch es zu erklären ist, dafs einige Gneifse als eruptive Gesteine auftreten und

somit geologisch zur Granitgruppe gerechnet werden müssen, was aber im geognostischen Systeme die Auffassung nur erschwert haben würde.

Einige dieser granitischen Eruptionen nehmen sehr grofse Gebiete ein, weil die Schieferschollen weit auseinander getrieben worden waren; andere zum Theil mit diesen in Verbindung stehende füllten nur schmale Spalten aus. Die gröfseren Massen zerspalteten sich durch Erkaltung oder Erschütterung von Neuem, und die Spalten wurden sogleich durch die unteren noch weichen Theile desselben Gesteins wieder ausgefüllt (Granitgänge im Granit). Dabei verhinderte der hohe Druck der dichten und heifsen Atmosphäre durch sehr langsame Erkaltung jede eigentliche Schlacken- oder Glasbildung. Die Gesteinsverschiedenheiten erklären sich durch geringe Modificationen der Umstände. Uebrigens ist mit dieser Epoche die Bildung der Granitsteine nicht als geschlossen anzusehen; sie dauerte fort bis wenigstens zu Anfang der Kohlenperiode. Was man von noch neueren Graniten berichtet, bedarf jedoch wohl noch der weiteren Untersuchung, denn theils können die Gesteine, theils die Lagerungsverhältnisse verkannt worden sein, wie Letzteres eine Zeit lang bei *Hohnstein* in *Sachsen* der Fall war.

Wasser. — Nach vielfachem Zertrümmern und Aneinanderkitten der Theile mufste endlich die feste Kruste der Erde doch einen gewissen dauernden Halt bekommen, d. h. die Zerspaltungen derselben vereinzelten sich mehr, ihre Ausdehnungen wurden geringer, und es entstand eine ruhigere feste Oberfläche, auf welcher sich unter dem aufserordentlich starken Drucke der damals noch mit sehr vielerlei Stoffen geschwängerten Atmosphäre Wasser condensiren konnte, dessen Temperatur vielleicht den jetzigen Siedepunkt weit überstieg, was unter hohem Drucke bekanntlich möglich ist. Dieses Wasser wirkte durch seine hohe Temperatur um so auflösender und durch die vielfache Bewegung, der es örtlich ausgesetzt war, um so zerstörender auf die vorhandene feste Oberfläche. Es sammelten sich in ihm aufser den chemisch darin aufgelösten

Salzen, von denen der Gehalt des jetzigen Meeres nur als ein schwacher Ueberrest anzusehen ist, viele Theile der zu Tage liegenden Gebirgsarten, besonders des Thonschiefers als der obersten Decke, und diese Theile setzten sich an ruhigeren Orten als Grauwacke und Grauwackenschiefer ab, welcher letztere gerade deshalb dem Thonschiefer in seiner Gesteinsnatur so ähnlich und überall so gleichförmig ist, weil er vorzugsweise aus ihm entstand und weil überall nur dieselben Elemente zu seiner Bildung vorhanden waren. Diese Bildung der Grauwackengruppe, während welcher fortwährend granitische und Grünstein-Eruptionen erfolgten, nimmt offenbar einen sehr langen Zeitraum ein, während dessen die Erkaltung der Erdoberfläche sehr bedeutend zunahm, so dafs sie nun auch für organische Wesen bewohnbar wurde. Die untersten Glieder der mächtigen Grauwackengruppe enthalten noch keinerlei organische Reste, und wir rechnen hierzu Vieles, was von Anderen noch zum Thonschiefer gezählt wird, den wir eigentlich nur als eine ziemlich homogene Modification des Glimmerschiefers betrachten. Wo die Trümmergesteine beginnen, sind auch Wasserwirkungen anzunehmen.

Organismen. — Wenn es auch zuweilen den Anschein hat, als wäre dem Naturforscher nichts unerklärbar, wie denn z. B. die uns bekannten Naturgesetze so ziemlich hinreichen, um die Ausbildung der Erde im Allgemeinen unter gewissen vorausgesetzten Umständen zu erklären, so wird man doch immer bei näherer Untersuchung aus dieser Täuschung herausgerissen, denn der erste Anfang und die Ursache aller Dinge, das eigentliche Wesen aller Kräfte, bleiben dem menschlichen Verstande stets unaufgelöste Räthsel. Ein solches unlösbares Räthsel, bei dem wir nothwendig an die unerforschliche Macht eines Schöpfers appelliren müssen, ist eben so, wie der erste Ursprung der Erdmasse, auch die Entstehung organischer Wesen. Wir können wohl die äufseren Bedingungen angeben, die unseren Erfahrungen gemäfs für das Bestehen der irdischen Organismen erfüllt sein müssen (s. S. 399), aber noch

nie ist es gelungen, auf dem Wege des Experimentes neue Organismen zu erzeugen, oder auch nur das schöpferische „es werde“, die Zauberformel der Natur für organische Zeugung und anorganische Schöpfung, in einem ähnlichen Gesetze auszudrücken, wie z. B. das der Schwere oder Lichtbrechung es ist, obwohl auch diese, wie alle sogenannte physikalischen Gesetze, eigentlich nichts über das innerste Wesen der Dinge und Kräfte verrathen, sondern nur bestimmte Ausdrücke für ihre äufseren Erscheinungen sind.

Möge nun der Keim für alle lebende Wesen bei dem ersten Schöpfungsacte sogleich für alle Zeiten in den Stoff der Erde gelegt und wie dieser der Einwirkung weise berechneter Naturkräfte überlassen worden sein, so dafs mit den gegebenen Bedingungen immer auch die entsprechenden organischen Formen sich entwickelten, oder möge für jedes neue Geschöpf die unerforschliche Urkraft von Neuem thätig gewesen sein, so ist doch so viel gewifs, dafs wir für den Hauch des organischen und geistigen Lebens, wie für die Entstehung aller anderen Naturkräfte und Stoffe, eine erste Ursache annehmen müssen, die wir nicht weiter zerlegen können, eine Ursache, die wir Menschen je nach Religion oder Sprache Allah, Jehopha, Gott oder Schöpfer nennen. — Genug, es entstanden Organismen, angemessen jener hohen Temperatur, jener dichten Atmosphäre, welche beide auf der Erde damals noch alle klimatischen Unterschiede unbemerkbar machten. Korallen und Krinoiden bauten von Pol zu Pol ihre kalkigen Gehäuse vom Boden des Meeres auf; Orthoceren, die riesigen Repräsentanten unserer Tintenfische, schwere Schalen von 2 — 3 Fufs Länge mit sich schleppend, und andere dem Nautilus ähnliche gewundene Cephalopoden (*Goniatiten*, *Clymenien* und *Nautiliten*) belebten, ihre fleischigen Arme emporstreckend, die Oberfläche des Oceans, oder suchten ihre Nahrung in den Tiefen desselben, bestehend aus allerhand Muscheln, deren Formen längst aus dem Reiche der lebenden Wesen verschwunden sind. Zu ihnen gesellten sich schon einzelne Fische und in gröfserer Menge jene

wunderbaren krebsartigen Thiere, welche man, weil sie aus drei Haupttheilen bestehen, Trilobiten genannt hat. Diese mit sehr zusammengesetzten Augen versehenen Thiere setzen, wie erwähnt, schon ähnliche Lichtwirkungen auf der Erde voraus, als jetzt stattfinden. Die Existenz derselben war aber verhältnifsmäfsig nur von kurzer Dauer; sie sind, wie die Orthoceratiten und Goniatiten, fast nur auf die Zeit der Grauwackenbildung beschränkt, während dagegen z. B. der Gattungstypus der Nautilen und Terebrateln alle späteren Epochen durchlebt hat und noch jetzt nicht gänzlich ausgestorben ist. Kryptogamische Gewächse, welche heut zu Tage und in unserem Klima nur am Boden kriechen und auch unter der tropischen Sonne nur selten noch sich zur Baumform erheben, ragten zur Grauwackenzeit in kolossaler Gestalt einzeln an den Ufern und aus den Sümpfen empor (*Calamiten* und *Lepidodendra*). Kleine Farrenkräuter wucherten zwischen ihnen.

Schon die ersten Thiere und Pflanzen der Erde lassen sich somit in unsere jetzigen Hauptklassen einreihen, obwohl die Formen gänzlich von den heütigen abweichen. Ihre Verbreitung scheint eine ganz allgemeine gewesen zu sein, denn alle die als besonders charakteristisch für die Grauwackenepoche bezeichneten Familien und Gattungen finden sich in allen Welttheilen, wo überhaupt Grauwackenbildungen aufgefunden worden sind. Diefs ist eine Folge des Mangels klimatischer Unterschiede und der allgemein hohen Temperatur, welche mehr von der Erde als von der Sonne ausging.

Es mufs nothwendig auffallen, dafs in diesen ersten Gebilden Reste von auf der Stufenleiter der Organisation ziemlich tief stehenden Geschöpfen gefunden werden, während in späteren Zeiten nach und nach immer höhere auftreten, und erst zuletzt der Mensch erscheint. Schon Moses scheint diese Thatsache geahnt zu haben, indem er in seiner Genesis die Schöpfung des Unorganischen und der Organismen von unten nach oben vorschreiten läfst, mögen ihn nun Naturbeobachtungen oder, was wahrscheinlicher ist, allgemeine philosophische Gründe dazu veranlafst haben.

Jedenfalls ist dieser Verlauf der Schöpfung eine sehr weise Einrichtung oder vielmehr ein nothwendiges Naturgesetz. Denn frei auf dem Lande lebende Thiere, wenigstens solche mit höherer geistiger Organisation, hätten auf so bewegtem, oft aufserordentlich gewaltsam erschüttertem Boden, wie das damalige wenige Fest- und Inselland darbieten konnte, unmöglich glücklich gedeihen können. Ich sage: das damalige wenige Land, denn in der That wird es im Verhältnifs gegen jetzt nur eine sehr untergeordnete Fläche eingenommen haben, weil überhaupt alle Niveauunterschiede noch geringer waren, folglich das Meer weniger tief, aber ausgebreiteter, die Berge weniger hoch, aber zusammenhängender, nicht so von Thälern durchschnitten. Denn die Durchbrüche der noch dünnen Kruste erforderten weniger Kraftaufwand und hatten weniger merkbare Folgen als später die einer dickeren.

Grünsteine. — Während die granitischen Eruptionen und die Bildung der Grauwackengesteine noch fortdauerten, begannen an einigen Orten schon gleichzeitig tiefere Erdmassentheile emporgeprefst zu werden, aus welchen durch Erstarrung Grünsteine entstanden. Sie scheinen das Resultat der Nachwehen granitischer Geburtserschütterungen zu sein; wir finden sie weniger in grofsen Massen, sie erfüllen vielmehr meist schmale Spalten in den Graniten und Schiefergesteinen, in welchen letzteren sie sich ganz besonders häufig parallel der Schieferung verzweigten, da diese Richtung, besonders in den etwas aufgerichteten Schieferschollen, ihnen den wenigsten Widerstand darbot. Warum sie unter den Schiefergesteinen wieder vorzugsweise den Thonschiefer und aufserdem so oft den Grauwackenschiefer zu ihrer Umgebung gewählt haben, ist schwer zu sagen.

Die Grünsteineruptionen, welche zum Theil sehr erzreich waren, dauerten übrigens fast durch die ganze Periode der Kohlengebirgsbildung hindurch, in welcher die porphyrischen Eruptionen örtlich, aus noch tieferen Regionen kommend, begannen. Gegen früher verminderter Atmosphärendruck und weniger langsame Abkühlung beding-

ten hier und da schon eine Art von Schlackenbildung, deren Resultat Mandelsteine sind.

Körniger Kalkstein und Quarzfels. — Es scheint, dafs ungefähr in derselben Zeitperiode an einigen Orten auch kohlensauere Kalk- und Talkerde, sowie vielleicht kohlensaueres Eisen (körniger Kalkstein, Dolomit und Spatheisenstein), durch ihre grofse Verwandtschaft der Theile ziemlich rein abgesondert von den übrigen Erdstoffen, in heifsflüssigem Zustande an die Oberfläche gedrungen sind. Wo sie dabei die Atmosphäre nicht unmittelbar erreichten, blieben sie unzersetzt und erstarrten als krystallinische Massen; wo sie dagegen, noch heifs, sich frei an der Oberfläche aufhäuften, verloren sie ihre Kohlensäure, wurden bald von dem Wasser aufgenommen und nach allmähligem Hinzutreten neuer Kohlensäure anderwärts als dichter Kalkstein, Dolomit und Thoneisenstein abgelagert, welche alle der Grauwackengruppe und den späteren Formationen nicht fremd sind, zum Theil aber auch auf andere Weise entstanden sein mögen. Dafs diese Gesteine in ihrem Urzustande nur selten und in verhältnifsmäfsig nur geringen Massen, zwischen andere eingekeilt, auftreten, liegt eben in ihrer grofsen Zerstörbarkeit durch das Entweichen der Kohlensäure; nur unter besonders günstigen Umständen erhielten sie sich. Hier mufs noch erwähnt werden, dafs körnige Kalksteine und Dolomite zuweilen so innig mit den Schiefergesteinen verwebt vorkommen, dafs für sie auch ein gleichzeitiges Erstarren unter hohem Atmosphären- und Massendrucke anzunehmen sein dürfte.

Die Kieselerde ist nach den Erfahrungen an kieselhaltigen Quellen in heifsem Wasser und dessen Dämpfen, besonders wenn es auch Alkalien oder Fluor enthält, einigermafsen auflöslich und wird es in dem damaligen viel heifseren Wasser noch mehr gewesen sein. So konnte durch Herabstürzen des Wassers in geöffnete heifse Spalten dasselbe Kieselerde in grofser Menge lösen und dann in denselben Spalten successive absetzen, wodurch Quarz-, Hornstein- und Achatgänge und Adern, zuweilen mit einigem Erzgehalt, entstanden. Durch grofse Härte sind

sie später, als ihr Nebengestein weggespült wurde, oft als hervorragende Felsriffe stehen geblieben. Für einige Quarzgänge scheint sogar die Annahme selbstständigen Empordringens der durch chemische Anziehung gesonderten heifsflüssigen Kieselerde wenigstens nicht ganz ungereimt.

Kohlengruppe. — Durch besondere Veranlassungen, vielleicht gewaltsame Aufregungen und Zertrümmerungen, lagerten sich in der Gegend des heutigen *England* aufserordentlich mächtige Sand- und Conglomeratmassen (alter rother Sandstein) und nach ihnen kalkige schieferige Schichten (Kohlenkalkstein) aus dem Meere ab, welche in anderen Theilen *Europas*, welches damals zum Theil flaches Land sein mochte, nur schwach vertreten sind, und welche in geologischer Beziehung der Grauwackengruppe ungefähr eben so nahe verwandt sind wie der Kohlengruppe.

Die Oberfläche der Erde hatte sich hierauf mehr und mehr befestigt, das Land begann immer mehr sich von dem Wasser zu sondern, d. h. es wurden gröfsere Flächen erhoben, auf denen eine reiche Vegetation sich entwickelte, begünstigt durch die noch sehr gleichmäfsige hohe Temperatur und durch Feuchtigkeit der stoffreichen Atmosphäre. Noch ragten zwar keine eigentlichen Gebirge zu grofsen Gebirgen empor, und in Folge davon waren kaum Quellen und Flüsse vorhanden. Das aus unzähligen gröfseren und kleineren Inseln bestehende Land war vielmehr überall vielfach von stagnirendem Wasser bespült, theils vom zusammenhängenden Ocean, theils von Landseen, welche mit gehoben waren und keinen Abflufs fanden. Diefs Alles wirkte auf eine eigenthümliche üppige Vegetation hin; namentlich scheinen in den flachen ausgesüfsten, allmählig verdunstenden Landseen sich unermefsliche Torfbildungen entwickelt zu haben, deren Ränder und später sich befestigende Oberflächen ganze Wälder von baumförmigen Farrenkräutern, Lycopodien und Schachtelhalmen trugen. Erdbeben und in Folge davon Ueberströmen des Meeres oder gewaltige Regengüsse führten von Zeit zu Zeit neues Wasser, losgerissenen Sand und Thon in dieselben Becken hinein, die mineralischen Theile lagerten

sich über dem Torf ab, und in dem zurückgebliebenen verdunstenden Wasser begann die Vegetation auf's Neue. Durch öftere Wiederholung solcher Vorgänge erklären sich alle die oft sehr zahlreich über einander gehäuften Kohlenlager, deren Gesammtheit gewöhnlich beckenartige Vertiefungen der Erdoberfläche ausfüllt. Fast stets findet man in ihnen über den festen, aus Torf entstandenen Kohlenlagern Schichten von Kohlenschiefer, Schieferthon oder Sandstein mit Resten von Landpflanzen, welche auf der Oberfläche oder an den Rändern der Torflager gewachsen sind; dann folgt wieder ein Kohlenlager u. s. w. War ein solches See- oder Torfbecken endlich bis zum Rande mit Schichten gefüllt, so hörte die Kohlenbildung in ihm auf. Einige Kohlenlager, welche sich jedoch immer von jenen unterscheiden werden, können aber auch durch Anhäufung von vom Wasser zusammen geschwemmten Pflanzentheilen, in Meerbusen, oder durch bloſse Bedeckung dichter Waldstrecken entstanden sein.

Auf ähnliche Weise erklären sich auch die Kohlenablagerungen, welche zuweilen schon in der Grauwackengruppe vorkommen. Wie aber die Steinkohlen durch die längere Zeit ihres Bestehens sich von den Braunkohlen und diese vom Torf unterschieden haben, so ungefähr unterscheiden sich die Anthracitlager der Grauwackengruppe von den Steinkohlen.

Porphyre. — Schon vor der eigentlichen Steinkohlenbildung scheint die Eruption der Porphyre begonnen zu haben. Ihnen war der Ausweg durch vorgeschrittene Dicke der Kruste schon weit mehr erschwert als den Graniten; deshalb brachen sie in kleineren Massen häufig auf einzelnen Spalten hervor und thürmten sich über ihren engeren Oeffnungen zuweilen schon zu isolirteren Bergen auf als die Granite. Wo ihr Ausweg sehr erschwert war, da bewirkten sie sogar eigentliche Gebirgserhebungen, d. h. schroffe Hebungen der vorhandenen festen Kruste. Wie bei den Graniten so scheinen auch bei den Porphyren oft in derselben Gegend viele Eruptionen kurz auf einander gefolgt zu sein, die sich gegenseitig durchsetzten. Das Alles

konnte nicht ohne sehr gewaltsame Zerstörungen abgehen, und aufser den Reibungsbreccien an den Porphyrgränzen ist (in *Deutschland* und *Frankreich*) wahrscheinlich auch

das Rothliegende ein Product der Porphyreruptionen. Dafür spricht schon seine gewöhnlichste Verbreitung an den Rändern der porphyrhaltigen Gebirge oder wenigstens in ihrer Nähe. Die mächtigen und ausgedehnten Conglomeratschichten desselben setzen offenbar grofse vorgängige Zerstörungen voraus, und gewisse ihm zugehörige Thonsteine verhalten sich zu den Porphyren ganz ähnlich wie Trafs oder Basalttuff zu den Basalten, wie Moja oder Peperin zu den Vulkanen. Da jedoch die Conglomerate des Rothliegenden fast stets auch viele Porphyrgeschiebe einschliefsen, so geht daraus hervor, dafs ihre Ablagerung erst nach dem Culminationspunkte der porphyrischen Eruptionen erfolgt sein wird, welche eben das Material dazu verbreiteten. Das Rothliegende umschliefst mehrfach Pflanzenreste, welche denen der Steinkohlenzeit ziemlich entsprechen, sich aber von jenen häufig dadurch unterscheiden, dafs bei ihnen nicht die äufsere Structur als Abdruck, sondern die innere durch Verkieselung erhalten ist (Holzsteine, Staarsteine). Diese Pflanzentheile sind wahrscheinlich nur als Ueberreste aus der Steinkohlenzeit her anzusehen; denn da, wo sich das Rothliegende bildete, dürfte schwerlich zu derselben Zeit geeignete Gelegenheit für das Gedeihen baumförmiger Pflanzen vorhanden gewesen sein.

Die Melaphyre — gehören offenbar im Allgemeinen einer späteren Zeit an als die Porphyre. Die ältesten derselben scheinen noch während der Bildung des Rothliegenden emporgedrungen zu sein, die jüngsten vielleicht erst nach der Jurabildung. Bei dem Allen bleibt ihre Verwandtschaft zu den Porphyren grofs, und oft haben sie denselben Weg gewählt, den ihnen diese schon gebahnt hatten. Dadurch haben sie einige Gebirge, welche ihre erste Hebung wahrscheinlich den Porphyren verdanken, zum zweiten Male und zwar höher erhoben (Vergl. S. 385.)

Erzgänge. — In die Zeit bald nach der Bildung des Rothliegenden dürfte auch die Entstehung einiger

Erzgänge fallen, indem die durch die Porphyre und Melaphyre aufgerissenen Spalten durch Sublimationen, heifse Quellen u. s. w. mit metallreichen Gemengen ausgefüllt wurden. Nicht unwahrscheinlich ist es sogar, dafs der Kupferschiefer der Zechsteinformation — seinen häufigen Metallgehalt durch solche, aus Spalten des Meeresbodens hervordringende metallische Dämpfe oder Quellen erhielt. Er ist gewöhnlich in der Nähe der Porphyre am metallreichsten, und die zahlreichen Fische, welche er einschliefst, deuten nicht nur durch ihre häufige Krümmung einen plötzlichen Tod — etwa durch Vergiftung — an, sondern sie können auch wirklich nicht in einem Meere gelebt haben, welches von Haus aus so viel Kupfersolution enthielt, als nöthig war, um den Kupferschiefer niederzuschlagen.

Der Kupferschiefer ist nur ein locales Glied der Flötzreihe, auf *West-Deutschland* und *Ost-Frankreich* beschränkt, welche Landstriche während seiner Bildungsepoche einen grofsen, gegen *England* geöffneten Meerbusen gebildet zu haben scheinen. Es wird aber nöthig sein, im Verfolg unserer geologischen Betrachtungen immer mehr solcher Localgebilde des mittleren *Europas* zu berücksichtigen und somit von der Geschichte der allgemeinen Erdausbildung auf die eines grofsen Landstriches überzugehen, theils weil noch nicht genug Beobachtungen der Flötzgebirge in anderen Welttheilen vorliegen, theils und ganz besonders aber auch, weil mit der gröfseren Manchfaltigkeit der Gestaltung und Zusammensetzung der Erdoberfläche auch eine immer gröfsere Manchfaltigkeit der Flötzablagerungen der einzelnen Gegenden entstanden ist, die sich nun nicht füglich alle gleichzeitig in die Darstellung ziehen lassen. Die Natur und Reihenfolge der Massengesteine, von überall in ähnlicher Weise sich verändernden Umständen abhängig, bleibt sich über die ganze Erdoberfläche viel mehr gleich als die Natur der Flötzablagerungen, welche um so manchfaltiger werden mufsten, je mehrerlei zu zerstörendes und wieder abzulagerndes Material schon vorhanden war und je unebener die Erdoberfläche wurde.

Trias. — Auf den Zechstein folgte in Deutschland

und Frankreich bis zum Keuper eine regelmäſsige Reihenfolge kalkiger, mergeliger, thoniger und sandiger Schichten, welche als Ablagerungen des Meeres anzusehen sind und häufig auch Dolomit, Gyps und Steinsalz enthalten, während in *England* diese sehr zusammengesetzte Reihe fast nur durch eine einförmige rothe Sandsteinablagerung vertreten wird, in welcher namentlich das bei uns so auffallend hervortretende Glied, der Muschelkalk, gänzlich fehlt. Ich führte oben Dolomit, Gyps und Steinsalz abgesondert an, weil ihre Entstehungsart auf etwas verschiedene Weise gedeutet werden kann. Es ist S. 378 erwähnt worden, daſs einige Geologen den Dolomit und den Gyps für durch Talkerde- oder schwefelsauere Dämpfe umgewandelten Kalkstein halten. Mir scheint es jedoch wahrscheinlich, daſs, wenn überhaupt solche Dämpfe dabei im Spiele gewesen sind, diese zuweilen unmittelbar in die kalkige Auflösung oder wenigstens in den kaum erst abgelagerten Schlamm eingeströmt sind und sich hier mit der Kalkerde verbunden haben, da ein späteres Umändern weit ausgedehnter, dünner, oft zwischen unveränderten Kalksteinschichten lagernder, fester Dolomit- oder Gypsglieder durch Dämpfe schwer denkbar ist.

Das Steinsalz, welches neuerlich Einige nebst vielem Gyps für Eruptivmassen erklären wollen, scheint mir durchaus nichts Anderes als ein krystallinischer Niederschlag des Salzgehaltes im Meere zu sein, bedingt durch temporäre besonders starke Verdunstung. Es werden deshalb Spuren davon in allen Meeresformationen gefunden, nur in der einen mehr als in der anderen, in Deutschland zufällig gerade im Muschelkalk am häufigsten. Sein gewöhnliches Zusammenvorkommen mit Gyps und Dolomit könnte wohl der Hypothese des Einströmens heiſser Dämpfe das Wort reden, weil diese selbst oder die sie veranlassenden Eruptionen eine vermehrte Verdunstung erklären würden. Die stockförmige Gestalt vieler Salzmassen erklärt sich durch die bedeutende Krystallisationskraft desselben.

Die geringmächtigen Kohlenlager, „die Lettenkohlen,“ in der Triasgruppe setzen trotz ihrer ausgedehnten Ver-

breitung von *Schwaben* bis *Thüringen* nicht unbedingt eine Erhebung über das Meeresniveau voraus; sie können füglich durch besondere Begünstigung einer Fucoidenvegetation oder durch Einschwemmen von den benachbarten Küsten her, im Meere entstanden sein. Für keine dieser jüngeren Flötzgebirgszeiten ist eine allgemeine Meeresbedeckung anzunehmen, der Mangel irgend eines Flötzgebirges in irgend einer Gegend ist vielmehr in der Regel dadurch zu erklären, dafs zu dieser Bildungszeit jene Gegend als Land trocken lag, von welchem Umstande nur zuweilen deutliche Beweise als Versteinerungen von Landgeschöpfen durch spätere Meeresbedeckungen erhalten worden sind.

Die organischen Reste der Flötzreihe vom Zechstein bis zum Keuper gehören grofsentheils dem Meere, manche aber auch dem Lande an. Zu den Korallen, Mollusken, Crustaceen und Fischen der früheren Periode treten jetzt auch Saurier und sogar sehr vereinzelte Spuren von Vögeln und Säugethieren, welche, während der Ebbezeit die Meeresküsten entlang laufend, im angespülten Thon und Sand Fufsspuren hinterlassen haben. Es könnten jedoch diese Fährten zum Theil vielleicht von Reptilien herrühren.

Unter den Cephalopoden zeichnet sich wieder ein Genus in dieser Epoche aus, welches weder rückwärts, noch vorwärts darüber hinausragt; es sind diefs die auf den Muschelkalk beschränkten *Ceratiten*, Ammoniten mit wellenförmig in einander greifender Concameration. *Terebrateln*, *Myaphorien* und *Aviculen* haben zu gleicher Zeit familienweise dicht gedrängt beisammen gelebt und füllen ganze Schichten aus; dagegen fehlen dem Muschelkalk die Bewohner des flachen Meeresgrundes, namentlich die Korallen, fast gänzlich.

Die Sandsteine zunächst über und unter dem Muschelkalk enthalten Spuren einer Festlandvegetation, welche sich schon weit mehr als die der Steinkohlenperiode der heutigen tropischen Flora nähert; die Farren sind kleiner als in den Steinkohlen, und die immer noch ungewöhnlich grofsen Schafthalme haben zum Theil schon

Blattscheiden, welche den Calamiten fehlten. Eine eigenthümliche Coniferengattung, *Voltzia*, repräsentirt die Nadelhölzer.

Die ganze innere Anordnung der Triasgruppe läſst auf ein allmähliges Sinken und Steigen der betreffenden Erdoberfläche schlieſsen, so nämlich, daſs dieselbe während der Muschelkalkbildung den tiefsten Stand unter einer sehr ausgedehnten Meeresfläche erreichte. Zu dieser Zeit wurden nur die feinsten und aufgelöstesten, die kalkigen und thonigen Theile in der Mitte des groſsen mitteleuropäischen Meeresbeckens abgelagert, während gegen die Ufer hin, z. B. im heutigen *England*, die Sandsteinbildung vom bunten Sandstein bis zum Keuper fortdauerte, welche jederzeit weniger günstig auf die Entwickelung von Meeresgeschöpfen eingewirkt zu haben scheint als Kalksteinbildung. Bunter Sandstein und Keuper sind offenbar in weniger tiefem und weniger ausgedehntem Meere abgelagert worden als der Muschelkalk, den sie zwischen sich einschlieſsen.

Auf die Trias- folgt die

Juragruppe. — Ein ruhiges Meer bedeckte einen groſsen Theil des mittleren *Europa*, aus dem jedoch einzelne Gegenden, z. B. die heutigen *Rheinlande*, insularisch hervorragten. In dem weiten Meere erfolgten dünne geschichtete kalkige Niederschläge, an den Rändern, besonders denen der Inselgebiete, bauten fleiſsige Korallen mächtige Riffe auf. So entstanden in *Deutschland*, *Frankreich* und *England* Lyas und Jurakalk, von welchem letzteren der sogenannte Korallenkalk nach L. v. Buch's geistreicher Darstellung die Küsten des Jurameeres deutlich bezeichnet, über welche hinaus auch die früher abgelagerten Lyasgebilde kaum noch gefunden werden.

Auch in dieser Gruppe sind Dolomite vorhanden, welche ganz besonders zu den Betrachtungen über die Dolomitentstehung Veranlassung gegeben haben, und welche der Annahme von Dampfeinströmungen in den noch weichen Niederschlag durchaus nicht widersprechen, besonders da die vielen Fische und schwimmenden Thiere in dem zunächst darüber liegenden *Soolenhofener* Kalkschiefer ein plötzli-

ches, vielleicht durch solche Dämpfe veranlaſstes Sterben andeuten.

Die deutschen und französischen Juragebilde enthalten wesentlich nur Reste von Meeresbewohnern, welche aber gröſstentheils von den heute lebenden immer noch sehr abweichen. Es sind Korallen, Radiarien, Mollusken, Crustaceen, Fische und Saurier in Menge. Unter den Radiarien treten hier fast zum ersten Male die Seeigel (*Echiniten*) auf, welche bis zur Jetztwelt fortdauern. Unter den Mollusken herrschen die Cephalopoden vor; *Ammoniten* und *Belemniten* finden sich in groſser Menge und Manchfaltigkeit, beide wunderbare Thierformen mit der Juragruppe beginnend und mit der Kreide schon wieder verlöschend; denn die Jetztwelt hat keine Analoga aufzuweisen, sondern nur entfernt ähnliche, z. B. den seltenen *Nautilus*, der durch seine emporgestreckten Fangarme zu fabelhaften Sagen Veranlassung gegeben hat, und die *Sepien*. Zu ganz besonderer Entwickelung gelangte in dieser Periode die groſse Familie der Saurier; sie müssen in ihr nach Zahl und Art der Individuen weit mehr vorgeherrscht haben als in irgend einer anderen. Die merkwürdigsten der hierher gehörigen Thiere sind unstreitig die *Pterodaktylen*, geflügelte Eidechsen, welche lebhaft an die Drachen der Mythe erinnern. Ihre Reste bezeichnen besonders den Soolenhofener Schiefer, der überhaupt mehr geflügelte Thiere enthält als irgend ein älteres Gebilde, auſser den *Pterodaktylen* nämlich mehre Libellen und Käfer.

Von Säugethieren hat man in der Juragruppe nur eine einzige unsichere Spur gefunden, eine Kinnlade nämlich, welche von einigen Zoologen einem *Didelphis*, von anderen aber einer Phoke oder gar einem Saurier zugeschrieben wird.

In *England* enthalten die unteren Gebilde der Juragruppe auch Landpflanzen, namentlich noch aufrecht stehende Stämme von *Zamien* (S. 118), Reste von *Pterophyllum* und andere Pflanzen, welche denen der *deutschen* Keuperformation sehr nahe stehen.

Kreidegruppe. — An die Juragruppe schlieſst sich

die Kreidegruppe sehr eng an; sie sind nur örtlich durch Spuren einer Landvegetation von einander getrennt, welche zu den Waldgebilden Veranlassung gegeben hat. In *Sachsen*,, *Westphalen* und *England* finden wir die Ueberreste einer solchen Vegetationsepoche; es wird jedoch dadurch nur ein Küstenstrich oder ein Inselzug bezeichnet, während anderwärts ununterbrochen meerische Ablagerungen erfolgten. Die Pflanzen dieser Zeit nähern sich immer mehr denen der Jetztwelt; es sind zwar noch viele dem gegenwärtigen Klima ihrer Fundorte ganz fremde Formen darunter, aber die grofse Zahl der Dikotyledonenblätter, welche in diesen Schichten fast zuerst auftreten, unterscheiden die Waldflora doch schon aufserordentlich von der Steinkohlen-, Trias- und Juraflora. In *England* sind es vorzüglich Sumpfgewächse, welche die Waldschichten bezeichnen und mit zahlreichen Süfswassermuscheln und Sauriern zusammen vorkommen. In *Deutschland* scheint die eigentliche Landvegetation auch später, nach erfolgter Senkung der jetzigen Kreidegegenden, an den Küsten des Quadersandsteinmeeres noch fortgedauert zu haben; deshalb finden sich einzelne, vom Winde fortgewehte Blätter auch noch im eigentlichen Quadersandstein zwischen den Meeresmuscheln.

Der Quadersandstein dürfte, wie alle Sandsteine, vorzugsweise aus der Zerstörung von Graniten und Porphyren, oder von früheren Sandsteinen hervorgegangen sein. Der Quarz, als das festeste der betheiligten Mineralien, ist in allen diesen Fällen das unzerstört Erhaltene und die Körper Bildende, während die übrigen Bestandtheile mehr oder weniger zu Bindemittel verarbeitet worden sind. In Perioden, in welchen die fortschreitende Zerstörung auf Kalkstein oder Mergel traf, oder wo kalkhaltige Quellen mitwirkten, entstanden die kalkigen und mergeligen Schichten des Pläners und Kreidemergels. Einen anderen Ursprung scheint jedoch nach S. 200 die Kreide selbst zu haben, da sie vorherrschend aus mikroskopischen organischen Theilchen, oder wenigstens aus regelmäfsigen Körperchen besteht,

wie dergleichen nach S. 369 bei chemischen Niederschlägen entstehen.

In der Kreideperiode kommen mehre Gruppen während der Jurazeit oder schon früher entwickelter organischer Formen zum gänzlichen Erlöschen, so die *Belemniten*, *Ammoniten* und *Crinoideen*. Andere erreichen wenigstens hier das letzte Stadium ihrer Culmination, z. B. die *Terebrateln*, *Echiniten* und *Saurier*. Zu den neu beginnenden, aber auch sogleich wieder erlöschenden Gattungen gehören außer den *Hippuriten* als sehr bezeichnend für die Kreide die *Baculiten*, *Hamiten*, *Scaphiten* und *Turriliten*, wahre Verkrüppelungen der Ammonitenform, welche, wie es scheint, durch ihre Umformung vergeblich bemüht ist, sich den neuen Verhältnissen zu acclimatisiren. Uebrigens wimmeln Quadersandstein und Kreide von zweischaligen Meeresmuscheln, worunter die Gattungen *Pecten*, *Inoceramus*, *Exogyra*, *Ostrea* und *Pinna* Hauptrollen spielen. Das Meer scheint tief und sehr bevölkert gewesen zu sein.

Molasse. — Mit der Kreide schliefst offenbar ein sehr wichtiger Abschnitt der Geologie; die Ablagerungen werden localer, die Eruptionen nähern sich mehr den echt vulkanischen, die Oberflächenformen gestalten sich manchfaltiger, höhere Gebirge treten hervor, und unter den lebenden Bewohnern der Erde fangen die bis dahin nur durch unsichere Spuren angedeuteten Säugethiere an, eine Hauptrolle zu spielen. Diesen wichtigen Abschnitt haben auch alle Systematiker gefühlt und deshalb die sogenannten Tertiärformationen von den früheren stets schärfer gesondert als diese und jene unter sich.

Das unterste Glied der Molassegruppe ist in *Deutschland* oft ein sehr fester Sandstein mit Pflanzenresten, welcher seine grofse Festigkeit z. Th. einer wahren Silicatbildung zu verdanken scheint. Darüber folgen Braunkohlenlager, wechselnd mit blätterhaltigen Thon-, Schieferthon- und Mergelschichten. Diefs Alles deutet auf eine ausgedehnte Festlandvegetation hin. *Mitteleuropa* war durch ein von Buchten zerschnittenes Festland vertreten, dessen Oberfläche vielfach von Sumpf und Wald bedeckt wurde.

So bereitete sich das Material für die Braunkohlen, welche nur selten einen ähnlichen vielfachen Wechsel von Kohle, Sandstein und Schieferthon darbieten, wie die Steinkohlen, d. h. ihre Entstehung war weniger von Ueberfluthungen, oder Senkungen und Hebungen unterbrochen, obwohl einzelne dergleichen ebenfalls stattfanden. Uebrigens entstanden die Braunkohlen, wie die Steinkohlen, theils aus Torf, theils aus bedeckten Wäldern, theils aus zusammengeschwemmten Pflanzentheilen. Ihre Pflanzen unterscheiden sich jedoch sehr wesentlich von denen der älteren Zeit; sie stehen der jetzigen Schöpfung noch näher als die der Waldformation. Da sind keine baumförmigen Farren, Lycopodien und Schaftbalme mehr zu finden, wohl aber eine grofse Menge dikotyledoner Bäume, Coniferen und einzelne Palmen, welche letztere immer noch ein wärmeres Klima für das damalige *Deutschland* andeuten, als das jetzige besitzt, wenn auch bei Weitem nicht ein so warmes und so gleichmäfsiges als zur Steinkohlenzeit. In den Buchten der angränzenden Meere hatten zu gleicher Zeit, oder etwas später, muschelreiche Ablagerungen begonnen, welche im westlichen *Deutschland* und in *Frankreich* den Grobkalk, wie in *England* den Londonthon, lieferten und auch über niedersinkende Braunkohlenstriche fortsetzten, während sie stellenweise durch einmündende Flüsse mit Land- und Süfswasserproducten versehen wurden. Es würde gegen den hier vorliegenden Zweck sein, alle die bereits bekannten Localgebilde dieser Zeitepoche einzeln zu verfolgen. Genug das Centrum *Deutschlands* war während der ganzen Molasseperiode ein mit reicher Vegetation bedecktes, vielfach sumpfiges Land, auf welchem mächtige Torflager sich entwickelten, während fast rund herum das Meer muschelreiche Schichten (Grobkalk u. s. w.) ablagerte. In einzelnen Becken des Landes entstanden gleichzeitig und mehr noch gegen Ende der Periode, wo auch schon einige der neuen Meeresschichten an die Oberfläche gehoben worden waren, Süfswasser-, Kiesel- und Kalksteinbildungen, so wie Infusorienschichten, alle mit vielerlei Süfswassergeschöpfen. Das System der Flüsse und Landgewässer scheint sich

überhaupt erst in und nach der Molasseepoche recht entwickelt zu haben.

Die Meeres- und Süfswassermuscheln dieser Periode gehören grofsentheils schon lebenden Gattungen, und einige sogar lebenden Arten an. Die abenteuerlichen Formen der *Ammoniten*, *Belemniten*, *Hippuriten*, *Encriniten* u. s. w. sind, wie erwähnt, gänzlich verschwunden; dagegen treffen wir unter den Säugethieren auf riesenhafte Gestalten, welche zum Theil von denen der lebenden Schöpfung aufserordentlich abweichen, so namentlich die *Dinotherien* mit ihren hakenförmig nach unten gebogenen Stofszähnen der unteren Kinnlade. Aufserdem deuten die Knochen anderer grofser Pflanzenfresser aus der Familie der Dickhäuter (Mammuths, Elephanten, Tapire, Rhinozerose u. s. w.), welche in Herden zusammengelebt zu haben scheinen, auf eine besonders üppige Vegetation hin, wie sie unserem jetzigen Klima nicht entspricht, und diese Herden haben sich bis zur Diluvialperiode hin immer noch vermehrt, bis endlich ein gewaltsames Ereignifs sie plötzlich vernichtet und die Hauptzüge Europas so hinterlassen hat, wie wir sie jetzt erblicken.

Basalt. — Die Eruption des Basaltes scheint nicht früher begonnen zu haben als in der Molasseperiode, und ihr dürften bedeutende Gebirgserhebungen kurz vorausgegangen sein, insofern sie nicht zum Theil damit zusammenfallen.

Die feste Erdkruste war allmählig so dick geworden, dafs es schon einer sehr grofsen Kraft bedurfte, um sie von Neuem zu durchbrechen, weshalb das Empordringen plutonischer Massen in sehr weit geöffneten Spalten nicht mehr erfolgen konnte. Die drängende Kraft spaltete zwar noch und hob mächtige Schollen der Erdkruste in ein höheres Niveau, aber sie vermochte nicht mehr, sie weit auseinander zu rücken und grofse Massen des heifsflüssigen Inneren mit einem Male dazwischen emporzudrängen; nur auf schmalen Spalten oder auf plötzlich mittels der Kraft gespannter Dämpfe durch die obersten Schichten gebrochenen Kanälen konnte sie noch das Innere zu Tage fördern; über diesen Oeffnungen häufte sich das nunmehr

aus basaltischen Gesteinen Bestehende zu grofsen kegelförmigen Bergen oder überströmenden Ausbreitungen an, so hoch, breit und steil, als es der Kraft und dem Flüssigkeitsgrade eben entsprechend war. So können dieselben unterirdischen Kräfte, nachdem sie zuerst vergeblich versucht hatten, weite Oeffnungen zu bilden, und nachdem bei dieser Gelegenheit bereits feste Massen zu Gebirgen erhoben worden waren, zuletzt Auswege in den engen Spalten und Oeffnungen der Basaltkegel gefunden haben, deren in der Regel viele in einer Gegend beisammen vorkommen. Diese basaltischen Hebungen sind aber keinesweges auf einen einzigen Zeitmoment beschränkt. So wie die melaphyrischen Eruptionen vom Kohlengebirge bis zur Kreide reichen, so reichen die basaltischen durch alle Zeiträume der Molassebildung hindurch bis in die Diluvialzeit. Nicht alle basaltischen Bewegungen haben wirkliche Durchbrüche des Gesteins zur Folge gehabt, viele derselben bewirkten blos grofsartige Gebirgserhebungen, und es scheint sogar, dafs die herausgedrängten Massen ungefähr im umgekehrten Verhältnifs zu den dadurch bewirkten Erhebungen stehen, so nämlich, dafs da, wo die meisten Basaltberge sich bildeten, das Niveau am wenigsten verändert wurde. Gewöhnlich sind die Gegenden älterer Eruptionen auch für neuere die gangbarsten Wege geblieben, so z. B. der viel ältere südliche Bruchrand des *Erzgebirges* auch für die Basalte. Daher kommt es, dafs die meisten Gebirge aus so vielerlei Gesteinen bestehen und das Resultat nicht einer einzelnen, sondern vieler Hebungen sind (S. 426.), von denen jedoch die letzten gewöhnlich die bedeutendsten waren. Dabei sind die Erhebungsrichtungen zum Theil verschieden, zum Theil unter sich gleich.

Die Basaltberge sind offenbar die Vorläufer der Vulkane und vermitteln in jeder Beziehung den Uebergang von den älteren plutonischen zu den neueren vulkanischen Gebilden durch Lagerung, Bergform und Gestein.

Wenn wir die ganze Reihenfolge der Massengesteine in's Auge fassen, so kann es leicht befremden, warum wir an den älteren derselben weniger Spuren grofser Hitze und

Flüssigkeit wahrnehmen als an den neueren, warum überhaupt je nach dem Alter die Verglasungen und Verschlackungen immer mehr abnehmen und stromartiges Ueberfliefsen bei den älteren Gesteinen nicht vorkommt, während doch nach unserer Theorie der Erdkörper im Allgemeinen zu jener Zeit heifser war als jetzt. Diese Scrupel aber lösen sich, wenn man bedenkt, dafs, ehe überhaupt eine Erstarrungskruste sich bilden konnte, die Abkühlung schon ziemlich tief hinein vorgeschritten sein mufste, so dafs die Regionen, in welchen sich die Materialien zu den nachmaligen Graniten und Porphyren aufhielten, wahrscheinlich schon in einen breiartigen, von beigemengten Gasarten gereinigten Zustand gelangt waren, in welchem nur wenig noch zu ihrer völligen Erstarrung fehlte. Dazu kamen sie unter einer schwereren und wärmeren Atmosphäre, zwischen noch warmen Schiefergesteinen, zu äufserst langsamer Erstarrung; genug alle Extreme der Temperatur und Druckveränderung waren für sie vermieden. Was endlich noch irgend Glasartiges an ihnen war, hat die lange Zeit ihres Bestehens durch Verwitterung und Nachkrystallisation verwischt, sowie auch wirkliches Glas durch sehr langes Liegen seine Natur einigermafsen verändert. Anders verhält es sich mit den neueren plutonischen und noch mehr mit den vulkanischen Gesteinen. Jene Abkühlung vor der Bildung einer Erstarrungskruste hat nicht so auf die tieferen, damals noch von allen Verbindungen mit der Oberfläche abgesperrten Regionen des Basaltes und der Laven eingewirkt, welche zudem noch durch die gröfsere Leichtflüssigkeit ihrer Bestandmassen auch bei ihrem nachmaligen Emporquellen länger fliefsend erhalten wurden. Diefs Alles trifft die Laven in noch höherem Grade als die Basalte, und es sind deshalb jene auch weit mehr geeignet, lange Ströme zu bilden, als diese, obwohl wir gesehen haben, dafs auch bei den Basalten schon Ueberströmungen beobachtet werden. Ebenso nähert sich die äufsere Form der Basaltberge der der kleineren Vulkane; es fehlen nur noch die Krater, und diese sind gleichsam vertreten durch die stielartigen Verbindungen vieler Basaltkegel mit dem Erd-

inneren. Der wesentlichste Unterschied ist sonach die bei den Vulkanen stattfindende Permanenz der Oeffnung und das äufsere Hervortreten dieses Kraterkanales, wodurch eben die Möglichkeit wiederholter Ausbrüche bedingt wird. Die Basaltberge sind durch einmalige Lavaeruption ohne äufsere Kraterbildung und Schlackenauswürfe entstanden. Sowie ein Berg fertig war, suchte sich die drängende Masse einen neuen Ausweg. Das ist bei den Vulkanen anders; hier wählt die Lava, wenigstens bis zu einer gewissen Höhe hinauf, bei den in langen Perioden wiederholten Ausbrüchen gewöhnlich denselben Hauptweg, vermuthlich weil der Versuch, einen neuen zu bilden, immer mehr erschwert ist, und weil die Verstopfung des vorhandenen wegen der vielen Gas- und Dampfexplosionen nicht mehr so fest erfolgt als früher durch die erkaltenden Basaltstiele. Die Wiederholung der Eruptionen aus derselben Hauptöffnung ist zugleich der Grund, weshalb sich die Vulkane (die ganzen Berge nämlich) höher aufzubauen vermögen, als man die Basaltberge findet. Die Steilheit vieler Basaltkegel beweist dagegen, dafs der Flüssigkeitsgrad ihrer Masse geringer war als der der heutigen Laven, die sich niemals zu so spitzen und hohen Kegeln aufthürmen, sondern vielmehr breit oder lang auseinanderfliefsen.

Auffallend ist es, wie erwähnt, dafs Basalteruptionen die benachbarte Schichtenstellung oft so wenig verändert haben; die Erklärung dieses Umstandes dürfte in der grofsen Heftigkeit des Durchbruches verhältnifsmäfsig kleiner Massen liegen.

Diluvionen. — Durch die basaltischen Hebungen, durch Landgewässer und atmosphärische Einwirkungen waren grofse Vorräthe lockeren Materials aufgehäuft worden; das Verwitterbare hatte sich in Thon und Lehm verwandelt, das Festere in Kies und Sand. Da senkte sich die Gegend des jetzigen *Europa* nochmals unter das Meeresniveau, so dafs nur die Gebirge insularisch hervorragten. Die Fluthen breiteten die vorgefundenen lockeren Haufwerke über alle ebenen Gegenden aus und füllten selbst die Spalten

und Höhlen der ihnen zugänglichen niederen Gebirge damit an. Zugleich fanden dabei viele zum Theil sehr grofse Säugethiere ihr Grab, welche damals diese Gegenden reichlich bewohnten, z. B. Mammuths, Tapire, Ochsen, Pferde, Hirsche, Bäre, Dachse, Löwen, Tiger, Hyänen u. s. w., deren Knochen im Lös und in dem Schlamm der Höhlen begraben liegen.

Es ist gefragt worden: wie kamen alle die vielerlei Thierknochen in die Knochenhöhlen zusammen, in welchen wir sie jetzt finden? — Sie werden wohl auf verschiedene Art dahin gekommen sein; einige Thiere wohnten und starben darin, wie ihre zugleich daselbst gefundenen Excremente beweisen, andere wurden von Raubthieren hineingeschleppt und darin gefressen, was man an den angenagten Knochen erkennt, der gröfsere Theil aber wurde erst durch die Diluvialfluthen (welche nicht mit der biblischen Sündfluth zu verwechseln sind) hineingespült, wodurch zugleich alle schon darin vorhandenen mit Schlamm überdeckt wurden.

Unerklärt ist bis jetzt die plötzliche Temperaturabnahme, welche mit der Diluvialzeit eingetreten zu sein scheint. Kurz vor ihr lebten im nördlichen *Europa* noch tropische Pflanzen und Mammuthherden, gleich darauf aber beginnen überall Eisspuren, und selbst jene organischen Geschöpfe sind zum Theil in Eisschichten bis jetzt unverwest erhalten worden.

In die Zeit unmittelbar nach Ablagerung der Lösformation fällt nun jener merkwürdige Transport grofser Felsblöcke (der erratischen Blöcke), welcher schon zu so vielerlei Hypothesen Veranlassung gegeben hat. Für die sogenannten nordischen Geschiebe, welche das nördliche *Deutschland* in so reichlicher Menge bedecken und deren Abkunft aus *Scandinavien* unzweifelhaft ist, scheint der Transport auf Eisschollen zur Zeit, als das Diluvialmeer noch *Deutschland* bedeckte, die natürlichste Erklärung, zumal da man noch gegenwärtig Aehnliches, z. B. auf der *Ostsee*, beobachtet hat. (Vergl. S. 336.) Für die sogenannten *Åsare* (Schutthügel) *Scandinaviens* und für die alpinischen Findlinge, welche beiderseits von

Riefen und Reibungsflächen an den Felsen begleitet sind, will dagegen diese Erklärungsweise noch nicht ganz sich den Umständen anpassen. Wir müssen es jedoch der Zukunft überlassen, zu entscheiden, ob eine gewaltige, durch Gebirgserhebungen veranlafste Fluth, oder ob riesenhafte Gletschermassen als das geeignetste Transportmittel für jene Blöcke anerkannt werden können.

Die *Åasre* und die Riefen an den Felsen bezeichnen für *Scandinavien* und *Finnland* ziemlich bestimmte Richtungen, in welchen die Bewegung erfolgt sein mufs.

Die ganze diluvische Wasserbedeckung scheint nicht von langer Dauer gewesen zu sein; wenigstens finden wir in den durch sie veranlafsten Ablagerungen der Lösformation kaum Spuren der Entwickelung eines untermeerischen Thierlebens. Die von dieser Formation begrabenen organischen Reste bestehen vielmehr fast nur aus Land- und Süfswassergeschöpfen, während doch die Einwirkung einer sehr allgemeinen Meeresbedeckung unverkennbar ist.

Nun erst erhob sich durch die letzten plutonischen Kräfte *Europa* in seiner jetzigen Gestalt aus dem Wasser, welches, im Abströmen allgemeinen Richtungslinien der Gebirge, örtlichen Zerspaltungen, oder besonders leicht zerstörbaren Gesteinszügen folgend, die Thäler und Buchten ausfurchte, welche noch jetzt den meisten und gröfsten Gewässern zum Ablaufe dienen, Bächen und Flüssen, die bei ihrer gegenwärtigen Gröfse niemals im Stande gewesen sein würden, so mächtige Wirkungen hervorzubringen. Aber nicht auf einmal konnte das ganze Festland abtrocknen; viele abgesonderte Wasserbecken waren mit erhoben worden, die sich zuerst in Süfswasserseeen verwandelten und dann zum Theil durch spätere Durchbrüche allmählig entleerten, der *böhmische* Kessel z. B. durch das *Elbthal*, der *Rheingau* durch den *Rheinstrom* bei *Bingen*, zum Theil aber auch noch jetzt als Landseeen mit süfsem Wasser gefüllt sind, wie die Gebirgsseeen der *Schweiz*.

Kleinere Wasserbecken der Art mögen im Laufe sehr vieler Thäler zurückgeblieben sein und erst später sich ent-

leert, oder mit allerhand Bodensätzen gefüllt haben, wodurch denn die Spuren aufserordentlich hoher Wasserstände an den Gehängen mancher Thäler erzeugt worden sind.

Durch alle diese Vorgänge hatte sich das Festland der alten Welt zum schönen und zweckmäfsigen Wohnplatze des Menschen vorbereitet, der es bald nach der Diluvialzeit zuerst betreten zu haben scheint; wenigstens ist, wie erwähnt, noch keine Spur menschlichen Daseins mit diluvischen Producten in der Weise zusammen gefunden worden, dafs man dadurch genöthigt wäre, eine frühere Existenz des Menschengeschlechtes mit Bestimmtheit anzunehmen. Auch würde sein Dasein in jenen früheren Zeiten ein sehr unglückliches, der täglichen Zerstörung durch Naturereignisse und einer beständigen verzweifelnden Furcht vor ihnen preisgegebenes gewesen sein.

Mit dem Auftreten des Menschen beginnt die geschichtliche Periode der Geologie, deren vorzüglichste Thatsachen uns in den Elementen zur Grundlage für die Beurtheilung der vorhistorischen Ereignisse gedient haben.

Vergleichung des Mondes mit der Erde.

Wenn wir die Gestalt und Bewegung des Mondes genau analysiren, so können wir nicht zweifeln, dafs er auf ganz ähnliche Weise entstanden sein mufs wie die Erde. Auch er ist, und zwar von verhältnifsmäfsig aufserordentlich hohen Gebirgen bedeckt, und diese Gebirge tragen sämmtlich den Charakter der Vulkanität an sich, d. h. es sind meist Ringgebirge, deutliche Krater und Erhebungskrater von sehr verschiedenen, bis zu vielen Meilen betragenden Durchmessern, oft reihenförmig geordnet, wie die Spaltenvulkane der Erde, zuweilen von tiefen Gebirgsspalten (Rillen), aber nie von eigentlichen Thälern durchschnitten. Nach den vieljährigen Beobachtungen des berühmten Astronomen Mädler verändern sich die Gestalten dieser Berge gar nicht mehr; die vulkanische Thätigkeit des Mondes ist erloschen, und seine Erkaltung so weit vorgeschritten, dafs selbst die früher wahrscheinlich vorhanden gewesene Atmosphäre erstarrt ist. Die

Masse des Mondes war zu klein, um sich auf einem ähnlichen Temperaturgrade constant zu erhalten wie die Erde; gleichzeitig mit ihr, aus derselben oder wenigstens sehr ähnlicher heifsflüssiger Materie entstanden, erkaltete er wegen seiner Kleinheit nicht nur weit schneller, sondern auch weit mehr als die Erde; deshalb wirkten die vulkanischen Kräfte intensiver auf seine Oberfläche, deshalb wurde endlich alle Luft und alles Wasser, überhaupt alles Flüssige fest, und die schroffen Kraterformen bei ihm blieben nachher unangegriffen von den zerstörenden atmosphärischen Einwirkungen, welche die Gebirge der Erde so wesentlich abgerundet und eine Menge von Thälern und Thalsystemen ausgefurcht haben, die wir auf der Mondoberfläche gänzlich vermissen.

Die geringere Schroffheit der von neueren und kleineren durchsetzten, ältesten und meist sehr grofsen Ringgebirge des Mondes läfst vermuthen, dafs er früher ebenfalls eine Atmosphäre und eine dem Wasser entsprechende Flüssigkeit besessen habe, die nivellirend und abrundend auf seine Erhabenheiten wirkten. Gegenwärtig sind sie fest geworden und überziehen vielleicht die mit besonderer Färbung leuchtenden Stellen seiner Oberfläche. Die lebenden Bewohner eines solchen Himmelskörpers können nicht aus Fleisch und Blut, überhaupt nicht aus Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff bestehen, wie die Thiere der Erde; sie setzen eine gänzlich abweichende Natur voraus.

Schlufs.

In dem vorstehenden Abschnitte haben wir zu entwickeln gesucht, welchen Verlauf die Erdausbildung im Allgemeinen genommen hat, und welche Momente sich darin besonders auszeichnen. Alles Specielle erklären zu wollen, überschreitet zur Zeit noch unsere Kenntnisse; doch darf man sich nicht verleiten lassen, das Unerklärliche deshalb für das Resultat eines Wunders zu halten.

Wir gingen von einem aus triftigen Gründen erschlossenen Zustande der Heifsflüssigkeit aus und liefsen auf die-

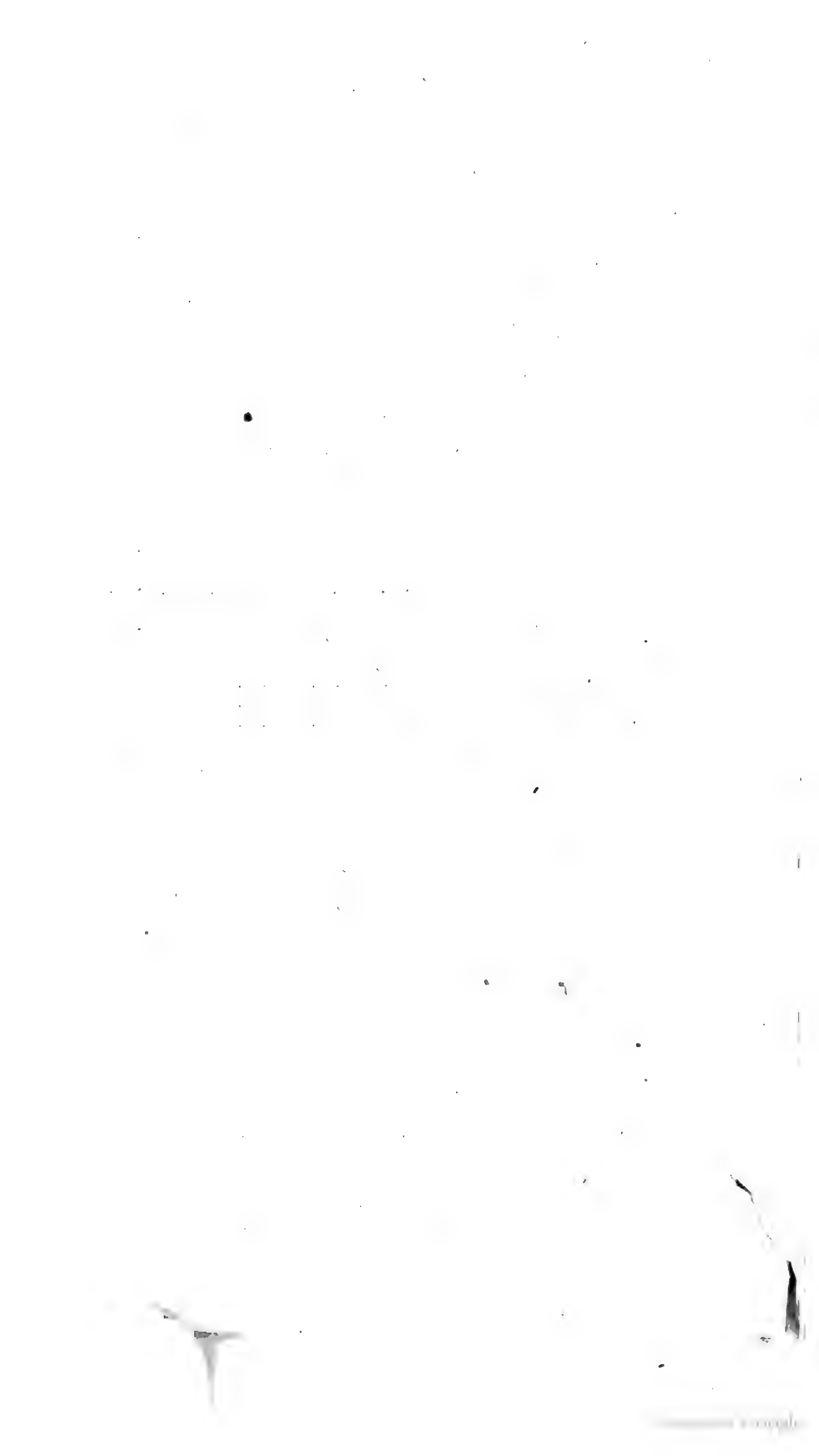
sen angenommenen Zustand die bekannten Naturkräfte nach denselben Gesetzen einwirken, die wir aus ihrer jetzigen Thätigkeit ableiten können. Wir liefsen die Erde allmählig erkalten, die Schiefer- und Massengesteine erstarren, die Flötzgebirge aus Wasser ablagern u. s. w. Auf diese Weise reducirte sich der unerforschliche Act der Schöpfung auf die Hervorbringung der Stoffe und der Naturgesetze, welche letztere so weise berechnet sind, dafs sie für alle Zeiten hin ausreichen, um den Verlauf des Gröfsten und Kleinsten in der Welt zu ordnen und zu regeln. Da sie nun einmal da sind, so beruht die göttliche Thätigkeit in ihrer ewigen Erhaltung; denn diese ist durch ihr erstes Hervorrufen noch nicht bedingt, und insofern kann vielmehr jeder Zeitmoment mit all seinem Inhalte als ein neues Geschenk des Schöpfers, als ein besonderer Ausflufs seiner Kraft, angesehen werden. Ist es nicht in der That weit würdiger, sich den Schöpfer aller Dinge in solcher Vollendung zu denken, in welcher er nicht mehr nöthig hat, seine Werke durch gewaltsame Eingriffe in den Verlauf ihrer Natur auszubessern und Mangelhaftes zu ergänzen? Mögen Andere an tägliche Wunder, an unmittelbare, von den Naturgesetzen unabhängige Fügungen Gottes glauben, wir concentriren bei der Schöpfungsgeschichte das göttliche Wunder auf jenes unerforschliche

„Es werde!“

---

nilien u

	Jur
scheiden,	*Eq*
	Lycopo
	. . . .
	. . . .
	. . . .
?	. . . .
	Scyphia *Cnemidiu* *Achilleum* . . . . *Astrea* +



Lithurgik und Bodenkunde.

Aufsuchung und technische Benutzung der wichtigsten Gesteine.

Während wir bisher die Gesteine aus rein-wissenschaftlichem geognostisch-geologischem Standpunkte betrachteten, werden wir jetzt einige Andeutungen über ihre Aufsuchung und ihren praktischen Werth für das tägliche Leben liefern. Wir folgen zu dem Ende der von Seite 38 an aufgestellten Reihenfolge, können aber die Art der technischen Benutzung stets nur flüchtig andeuten, da eine wirkliche Belehrung darüber ganz in das Gebiet der Technologie gehört. Die über die Auffindung gegebenen Winke beziehen sich natürlich nur auf die Fälle, in welchen man aus wissenschaftlichen Gründen berechtigt ist, irgend ein nützliches Gestein in einer gegebenen Gegend zu vermuthen. Fast in den meisten Fällen wird die Auffindung nutzbarer Fossilien nur vom Zufalle abhängen; dessenungeachtet erscheint es nicht unwichtig, hier einige Belehrung zu geben, da z. B. zur Auffindung von Kohlen neuerlich eine Menge Geld und Kraft ganz nutzlos verschwendet wird. Wenn sich auch hier nicht alle zu Hoffnungen berechtigenden Umstände genau darstellen lassen, so lassen sich doch viele Fälle deutlich bezeichnen, in welchen jeder Versuch nutzlos sein würde.

Steinsalz.

Steinsalz und Salzthon sind zwar in beinahe allen Flötzformationen bekannt, in Deutschland hat man sie aber bisher eigentlich nur im Zechstein und in der Trias-

gruppe gefunden, und zwar stets mit Gyps zusammen, der hier ebenfalls fast auf diese beiden Gruppen beschränkt ist. Ueberall, wo in Deutschland Zechstein, bunter Sandstein, Muschelkalk oder Keuper vorhanden sind, hat man daher auch einige Hoffnung, entweder Steinsalz oder gesättigte Salzsoole zu finden; die speciellere Lagerung desselben ist S. 216 und 226 angegeben. Viele der norddeutschen Salinen erhalten ihre Soole aus der Zechsteinformation, in deren Gypsregion hier häufig Steinsalz vorzukommen scheint, obwohl es über Tage nicht mehr darin gefunden wird. Die Aufsuchung des Salzes erfolgt durch Bohrlöcher, bei deren Anlage man auf das Streichen und Fallen der Schichten Rücksicht zu nehmen hat. Wenn dieselben z. B. von *N.* nach *S.* fallen, so wird man natürlich nicht am nördlichen Rande der ganzen Formation niederbohren, sondern mehr gegen Süd hin, um auf diese Weise Wasser zu erreichen, welches schon eine Strecke auf den geneigten Schichten hin abgeflossen ist. Diese Vorsicht ist um so mehr nöthig, da das Steinsalz, mit wenigen Ausnahmen, fast nie zu Tage tritt und an dem Ausgehenden der Schichten, zwischen denen es eigentlich liegt, stets fehlt, wahrscheinlich im Laufe der Zeit ausgewaschen ist.

Wo Salzsoole entweder in natürlichen Quellen oder in Bohrlöchern gefunden wird, da kann man auch mit einiger Zuversicht hoffen, durch tieferes Bohren entweder Steinsalz oder doch wenigstens Salzthon anzutreffen. Und wenn es auch wegen Tiefe der Lage oder fremdartiger Beimengung nicht vortheilhaft sein sollte, das gefundene Steinsalz unmittelbar bergmännisch abzubauen, so wird man doch allemal den grofsen Vortheil mehr gesättigter Soole dadurch erlangen.

Da in anderen Ländern auch ältere und jüngere als die in Deutschland durch ihre Salzführung bekannten Formationen Steinsalz und Salzthon enthalten, so kann man auch hier keiner Formation im Voraus die Möglichkeit der Salzführung absprechen; es liegt sogar ganz in der Natur der Sache, dafs in allen aus dem Meere abgesetzten und

deſshalb Meeresmuscheln enthaltenden Schichten Salzniederlagen denkbar sind; nur wird man bei uns, so lange nicht zufällige Entdeckung neue Erfahrungen darbietet, alles absichtliche Suchen nach Salz auf die oben bezeichneten Formationen zu beschränken haben, für welche die Erfahrung bereits begründete Hoffnung geliefert hat. Beispielweise mögen hier noch einige vorzügliche Salzvorkommnisse Europas erwähnt werden. Bei *Bex* in der *Schweiz* im Grauwackenkalk; bei *Artern* in *Thüringen* im Zechstein; bei *Hall* in *Würtemberg* und *Dürrheim* in Baden im Muschelkalk; bei *Vic* in Lothringen im Keuper; bei *Hallein* im Salzburgischen im Jurakalk; bei *Wieliczka* und *Bochnia* in Galizien im Karpathen-Sandstein; bei *Valtierra* in Spanien in der Molassengruppe; in den südrussischen Steppen im Sande und in Landseeen.

Auf die technische Bearbeitung und Anwendung des Salzes kann hier nicht eingegangen werden.

Gyps.

Gyps und Steinsalz sind ihrem Vorkommen nach so verwandte Gebilde, daſs von dem ersteren ziemlich dasselbe gilt, was soeben von dem letzteren in dieser Beziehung gesagt wurde; nur findet sich der Gyps nicht nur häufiger als das Steinsalz, sondern er tritt auch mit ziemlicher Mächtigkeit zu Tage. Besonders mächtige Massen bildet er im Zechsteine, aus dessen Gebiet er z. B. am südlichen Harzrande in Form kleiner Bergketten hervorragt. In der Triasgruppe nimmt er mehre bestimmte Regionen ein (vergl. S. 216), und wenn auch in Thüringen die schwäbische Gyps- und Steinsalzregion des mittleren Muschelkalkes beinahe ganz fehlt, oder wenigstens nur stellenweise schwach entwickelt ist, so kann man hier doch in der Regel auf der Gränze zwischen dem bunten Sandsteine und dem darüber liegenden bunten Thone auf eine compacte Gypsschicht rechnen.

Den Gyps charakterisiren mehre der gewöhnlich darauf wachsenden Pflanzen, welche in dem Abschnitte über Bodenkunde aufgezählt werden sollen, und welche zugleich ein-

igermafsen als Leitsterne für seine Auffindung dienen können, da man überall, wo nicht künstliche Gypsung stattgefunden hat, aus der Gypshaltigkeit des Bodens auf das Vorhandensein des Gesteins schliefsen kann.

Der Gyps findet mancherlei Anwendung. Der gemahlene Gyps wird als Düngemittel auf die Felder gestreut und befördert namentlich die Vegetation der Schotengewächse (*Leguminosen*), z. B. des Klee's. Dieses Gypspulver scheint weniger auf den Zustand des Bodens als auf die Pflanzen unmittelbar einzuwirken, wefshalb es auch auf ihre Blätter gestreut werden mufs. — Der durch Brennen seines Wassergehaltes beraubte Gyps dient als Kitt oder sogenannter Sparkalk, als welcher er jedoch zu Aufführung von Gebäuden nicht zu empfehlen ist, da er, der Atmosphäre ausgesetzt, nachkrystallisirt und sein Volumen verändert. Ganz vorzüglich wird der gebrannte Gyps auch zu Stukkatur-Arbeiten, zur Bereitung künstlichen Marmors und zu Abgüssen aller Art verwendet, wozu er sich ganz vorzüglich eignet, da er alle Formen treu darstellt und, mit Wasser eingerührt, sehr schnell fest wird. Die reinen weifsen Varietäten des Gypses werden unter der Benennung Alabaster verarbeitet; man macht daraus z. B. Vasen, Uhrgehäuse und dergleichen Gegenstände, deren Gebrauch keine Festigkeit und Härte der Politur voraussetzt.

Auch in der Chirurgie wird der gemahlene Gyps zu Heilung von Knochenbrüchen verwendet. Zuweilen wird er als Flufsmittel, z. B. bei der Porzellanbereitung, zugesetzt.

Als Bau- und Strafsenstein ist der Gyps wegen seiner Auflöslichkeit und Weichheit durchaus nicht zu empfehlen.

Kalkstein.

Dieses überaus nützliche, dem Menschen fast unentbehrliche Gestein ist von der Natur mit verschwenderischer Hand über die ganze Erde verbreitet worden. Kalkstein findet sich nicht nur in allen Flötzformationen, sondern auch die Schiefergruppe und die Granitgruppe enthalten denselben, erstere häufig, letztere selten. In vielen Gegenden ist er so allgemein verbreitet, dafs seine Aufsuch-

ung und Gewinnung durchaus keine besondere Beurtheilung voraussetzt. Hier werden nur einige Winke mitgetheilt werden, wie man ihn in Gegenden zu suchen hat, in welchen er noch nicht, oder doch nur in geringer Verbreitung bekannt ist, und wodurch man seine besondere technische Brauchbarkeit am leichtesten erkennen kann, denn Vieles, was der Geognost Kalkstein nennt, ist für den Techniker als solcher nicht nutzbar.

Die Tabelle *A.* giebt eine allgemeine Uebersicht darüber, in welchen Regionen der Flötzformationen man gewöhnlich Kalkstein zu erwarten oder wenigstens zu hoffen hat. Will man nun in irgend einer Flötzformationsreihe vermuthete Kalksteinschichten wirklich aufsuchen, so hat man dazu, wo möglich, eine Localität zu wählen, in welcher die Schichtenköpfe zu Tage gehen, und in der man dann möglichst rechtwinkelig über das Streichen und Fallen hinwegsucht. Am geeignetsten sind dazu gewöhnlich — besonders bei flacher Schichtenlage — steile Wasserrisse oder felsige Berggehänge. Bei etwas aufgerichteter Schichtenstellung können jedoch auch felsige Flufsufer oder Einschnitte von Wegen und Kunststrafsen mit Vortheil dazu benutzt werden. Sollten dergleichen natürliche oder künstliche Entblöfsungen gänzlich fehlen, so wird die Aufsuchung freilich schwieriger; man mufs dann entweder nur nach den umherliegenden scharfkantigen Feldsteinen urtheilen, oder sich, wo schon begründete Vermuthungen vorhanden sind, durch künstliche Entblöfsungen, Gräben und Schürfe zu helfen suchen. Hat man nun einmal in der gewählten Untersuchungslinie ein Kalklager aufgefunden, so wird es dann leicht sein, dessen Verlauf nach Streichen und Fallen, oder irgend einer Zwischenrichtung zu verfolgen und dasselbe auch an anderen Localitäten der benachbarten Gegenden wieder aufzufinden, wo es vielleicht für den Abbau eine günstigere Lage hat als an der ursprünglichen Fundstelle. Man mufs zu dem Ende die Lage der Schichtungsebene bestimmen und wo möglich sich die eigenthümlichen Gesteine merken, welche zunächst darüber und darunter anstehen. — Es ist wohl kaum nöthig, auch noch darauf

aufmerksam zu machen, dafs Biegungen oder Verwerfungen der Schichten bei dieser Verfolgung des Gefundenen oft störend einwirken können.

Bei Aufsuchung von Kalksteinlagern in der Schiefergruppe wird man auf ganz ähnliche Weise zu verfahren haben, als soeben angegeben wurde; nur ist dabei zu berücksichtigen, dafs dieselben oft nicht so costant fortsetzen, als in den Flötzformationen, wefshalb eine einfache Untersuchungslinie der Schichtenausgehenden für den Umfang einer gewöhnlichen Dorfflur nicht als hinreichend anzusehen ist, und wefshalb ferner die Bestimmung des Gewinnungsortes weniger von beliebiger Auswahl abhängt, da man das Gestein vielmehr da abbauen mufs, wo man es gerade findet.

Die Kalksteinvorkommnisse im Gebiete der Granitgruppe sind gewöhnlich Gänge (körniger Kalkstein), und es lassen sich daher über ihre Aufsuchung keine besonderen Regeln aufstellen; hat man aber durch irgend einen Zufall so einen Gang unmittelbar oder durch leitende Bruchstücke aufgefunden, so kann man gewöhnlich sein Streichen und Fallen eben so bestimmen, wie das einer Schicht, und sich sodann bei Aufsuchung desselben an anderen Stellen derselben Gegend nach den gegebenen Bestimmungen richten.

Ueberall und in allen Fällen, wo kleine Schluchten oder Thäler die Gegend zerschneiden, werden diese bei Aufsuchung nicht nur des Kalksteines, sondern überhaupt aller nützlichen Fossilien, gleich zuerst mit zu befragen sein; findet man nämlich in ihren Flufsbetten Geschiebe oder gar nur wenig abgerundete Bruchstücke des fraglichen Gesteins, so werden diese ein Grund zu um so eifrigerer Nachforschung sein; man verfolgt dieselben thalaufwärts, wo sie sich gewöhnlich immer weniger abgerundet zeigen, bis sie endlich aufhören; hier nun, wo sie aufhören, mufs entweder ihre Fundstelle ganz in der Nähe, oder sie müssen durch irgend eine Seitenschlucht an dieser Stelle in das ursprünglich verfolgte Thal hereingeführt worden sein. In dieser Seitenschlucht verfährt man nun im letzteren Falle wieder

auf dieselbe Weise, bis man zur wahren Fundstelle gelangt.

Für den Kalkstein bezeichnende Pflanzen werden in dem Abschnitte über Bodenkunde in ziemlicher Zahl angeführt werden, auch sie können zur Aufsuchung desselben mit benutzt werden.

Hat man nun auf die eine oder die andere Art Kalkstein aufgefunden, so entsteht zunächst immer noch die Frage: ist derselbe auch zur Benutzung als Brennkalk gut genug? Denn der meiste Kalkstein enthält Beimengungen von mehr oder weniger Thonerde, Talkerde, Kieselerde oder Bitumen. Diese Frage wird entweder durch den Versuch des Brennens im Kleinen (z. B. im Tiegel) und des dabei sich ergebenden Gewichtsverlustes, oder durch eine chemische Untersuchung auf nassem Wege beantwortet. — Letzteres geschieht, indem man eine bestimmte Quantität Kalksteinpulver in hinreichender Menge verdünnter Salzsäure auflös't und aus der, durch Löschpapier filtrirten Auflösung die Kalkerde durch kohlensaueres Kali oder Natron so lange niederschlägt, bis kein Niederschlag mehr dadurch erfolgt, und dann den auf einem Filter gesammelten Niederschlag getrocknet wiegt. Ergiebt sich dabei, dafs die fremdartigen Beimengungen weniger als 30 Procent betragen, so ist der Kalkstein als Brennkalk nutzbar. — Dabei ist aber noch zu bemerken, dafs, wenn die fremdartigen Beimengungen z. Th. aus kohlensauerer Talkerde bestehen, ihre Menge allenfalls gröfser sein darf als 30 Procent.

Die Nutzanwendungen des Kalksteines im Allgemeinen sind sehr manchfach. Wenn er zur Mörtelbereitung, zur Cementbildung oder zum Düngen — überhaupt als Brennkalk zu unrein ist, so kann er doch oft noch als Baustein vortreffliche Dienste leisten. Sein specifisches Gewicht ist im dichten Zustande = 2,6 — 2,7. Gewisse feste, dichte Kalksteine sind auch als Strafsenbausteine anwendbar, nur stauben und kothen sie stark. Aufserdem wird vieler Kalkstein als Marmor zu Kunstwerken verarbeitet. Man unterscheidet in dieser Beziehung:

1) weifsen Marmor (Parischen, Cararischen u. s. w.),

2) schwarzen Marmor — *Lucullan, nero antico,*
3) rothen Marmor — *rosso antico,*
4) gelben Marmor — *giallo antico,*
5) Breccien-Marmor — (siehe Breccien),
6) Cipolin-Marmor, grünlich durch Talk-, Chlorit- oder Serpentinbeimengung,
7) Muschel-Marmor — *Lumachell.*

Gewisse dünnplattige, sehr reine Kalksteine der Juraformation, die sogenannten *Soolenhofer* Kalksteine, dienen zur Lithographie, und die dünnplattigsten davon zum Dachdecken, wozu im *Mannsfeldischen* auch einiger Zechsteinschiefer verwendet wird. Doch werden jetzt auch starke, nicht plattenförmige Kalksteine zu Tafeln geschnitten und zur Lithographie angewendet, namentlich bei *Chateauroux* im *Departement des Indre.*

Andere höchst feinkörnige oder dichte, kieselhaltige Kalksteine dienen als Schleifsteine für besonders feine Instrumente. Hierher gehören manche Varietäten des Jurakalkes, vorzüglich aber die levantischen Wetzsteine, welche, in Blöcken nach *Marseille* gebracht, dort in Stücke von passender Form geschnitten und dann, gewöhnlich in Oel getränkt, unter dem Namen Oelsteine verkauft werden. Zuweilen kittet man sie auf Thonschieferplatten, um sie vollständig abnutzen zu können.

Mancherlei technische Anwendung findet bekanntlich die Kreide. Sprudelstein und Erbsenstein werden zu Galanterie- und Schmucksachen verwendet. Eine gewisse Rogensteinvarietät, bei der die einzelnen Körner kleine Räume zwischen sich lassen, benutzt man als Filtrirsteine.

Viel Kieselerde oder Phosphorsäure haltenden Eisenerzen setzt man bei'm Schmelzproceſs gern reinen Kalkstein als sogenannten Zuschlag zu, um die Schmelzbarkeit zu vermehren und jene Beimengungen auszusondern.

Hier möge nun noch eine kurze Uebersicht der Hauptanwendung der Kalksteine der einzelnen Formationen Platz finden:

1) Die körnigen Kalksteine der Massen- und Schiefer-

gesteine liefern weifsen Statuen-Marmor, gute Bausteine und sehr guten Brennkalk.

2) Die dichten oder feinkörnigen Kalksteine der Grauwackengruppe liefern vorzugsweise schöne feste Bausteine, welche auch leicht behauen werden können, und guten Brennkalk; ferner bunte Marmorvarietäten für Tischplatten, Säulen und dergl., welche durch bunte Adern und oft auch durch Versteinerungen geziert sind.

3) Der Kohlenkalkstein steht in aller Beziehung dem Grauwackenkalk nahe.

4) Zechstein, meist dunkel, bräunlich-grau, oft bituminös, zuweilen etwas porös, liefert gute Bausteine für trockene Orte.

5) Muschelkalk. Die meisten Schichten sind zu dünn für Bausteine und zu mergelig für Brennkalk; zwischen ihnen finden sich aber gewöhnlich einige compactere, welche als Bausteine vortrefflich und oft auch zum Brennen rein genug sind, so in *Thüringen* die sogenannten Mehlbatzen- und Terebratula-Schichten.

6) Liaskalk, meist sehr dunkel gefärbt und bitumenhaltig; in diesem Falle wegen geringerer Festigkeit zum Bauen minder gut und zum Brennen zu unrein.

7) Jurakalk, gewöhnlich sehr dicht und fest, lichtgelb und graulichweifs gefärbt, liefert vortreffliche Bausteine, schöne Platten, lithographische Steine und guten Brennkalk.

8) Kreide und Pläner, zu vielen Zwecken gewöhnlich zu mürbe; doch kommen einzelne festere kiesel- und thonhaltige Schichten darin vor. Die Kreide liefert überall guten Brennkalk, der Pläner oft Mergel und auch dichten Kalkstein.

9) Grobkalk liefert bei *Paris* und *Mainz* sehr schöne Bausteine, die auch zu Ornamenten verarbeitet werden.

10) Süfswasserkalk, Bausteine und Brennkalk.

11) Kalktuff, meist porös, dadurch leicht an Gewicht,

und leicht zu behauen. Einiger ist bei der frischen Gewinnung sogar weich und mit der Säge schneidbar, während er später an der Luft erhärtet. Der meiste hält sich sehr trocken. Diese Eigenschaften machen das Gestein zu vielen Zwecken bei'm Bauwesen ganz besonders geeignet. Einiger Kalktuff giebt auch guten Brennkalk.

12) Rogenstein (im Zechstein, bunten Sandstein, Muschelkalk und Jura heimisch), Baustein, Filtrirstein, Brennkalk; die Varietät des Erbsensteines als Schmuckstein.

Dolomit,

kann oft, wie der Kalkstein, gebrannt als Mörtel, als Cementkalk und zum Düngen benutzt werden. Aufserdem dient er als Baustein. Sein specifisches Gewicht ist = 2,8 bis 3,0, also etwas gröfser als das des Kalksteines. Manche feste und weifse körnige Dolomite werden auf ähnliche Art benutzt, wie weifser Marmor. Einige Dolomite sind so porös, dafs sie Wasser durch ihre Masse dringen lassen und als Filtrirsteine dienen. — Wo nicht Dolomit in Menge vorhanden ist, da wird man nicht gerade vorzugsweise darnach suchen. Bei der Aufsuchung von Kalkstein werden sich aber leicht Dolomitschichten als Stellvertreter desselben ergeben. Er findet sich ebenfalls nicht nur in den Flötzformationen häufig, sondern auch in der Schiefergruppe.

Spatheisenstein,

welcher einen vortrefflichen Eisenstein, namentlich zur Stahlbereitung, liefert, wird nicht leicht der Gegenstand absichtlicher Aufsuchung werden, so lange man nicht bestimmte Anzeigen seines Vorhandenseins, z. B. Bruchstücke oder kleine Gänge, zufällig aufgefunden hat. Am häufigsten findet sich der späthige im Grauwackengebiet, seltener im versteinerungsleeren Thonschiefer und in den anderen Schiefergesteinen.

Der dichte Spatheisenstein — Sphärosiderit — und Thoneisenstein bilden ziemlich häufig Schichten in den

Braun- und Steinkohlenformationen; in diesen wird man ihn in der Regel bei Aufsuchung oder Gewinnung der Kohlen finden und dann leicht auch nach den Regionen hin verfolgen können, wo die Kohlen entweder nicht vorhanden oder doch nicht im Betriebe sind. Auch die anderen Flötzformationen enthalten hin und wieder Thoneisensteinlager, aber so wenig constant, daſs von einem wissenschaftlichen oder absichtlichen Aufsuchen desselben in ihnen nicht wohl die Rede sein kann, so lange er nicht wenigstens an einem Punkte der Gegend zufällig entdeckt worden ist. — Spath- und Thoneisenstein gehören als Erze in allen deutschen Ländern zum Bergregale, weſshalb zum Zweck ihrer Aufsuchung und ihres Abbaues zuvor gemuthet werden muſs.

Felsit.

Der frische Felsitfels oder Schiefer dient als Straſsen- oder Mauerstein, und seine reinsten Varietäten als Zuschlag bei der Porzellanbereitung, bei der sein Verwitterungsproduct, die Porzellanerde, sehr wichtig ist, die sich besonders da findet, wo Felsitgesteine einer starken Verwitterung ausgesetzt sind, sei es nun, daſs die Verwitterung durch die Atmosphäre von auſsen, oder durch von innen aufsteigende Dämpfe veranlaſst worden ist.

Felsitfels und reiner Feldspath bilden Gänge und Stöcke im Granit, Gneiſs und Glimmerschiefer, zu ihrer Auffindung kann jedoch keine bestimmte Anleitung gegeben werden.

Quarz.

Quarzfels und dessen Varietäten werden als Straſsenbausteine fast vor allen übrigen Materialien geschätzt, da Quarz, nach in *Berlin* angestellten Versuchen, von allen Gesteinen dem Räderdrucke den gröſsten Widerstand leistet. Er dient übrigens, wenn er sich rein und weiſs findet, auch zu gewissen technischen Operationen, z. B. zur Glas- und Porzellanmischung, als Fluſsmittel für thon-, kalk- und talkerdereiche Erze u. s. w. — Sein specifisches Gewicht ist = 2,5 bis 2,7. — Als Baustein wird der Quarz

ziemlich selten, am häufigsten noch der etwas poröse Quarzfels verwendet. Auch die meisten Varietäten des Quarzgesteines finden ihre besondere Anwendung, so Amethyst, Chalcedon, Jaspis und Achat, Rosenquarz, Prasem u. s. w. als Schmucksteine, Kieselschiefer als Probirstein, Feuerstein als solcher und Trippel, Polirschiefer, Kieselguhr als Putzmittel. — Die Auffindung dieser Gesteine hat man in der Regel vom Zufalle abhängig sein zu lassen, insofern nicht Geschiebe und Bruchstücke bis zur ursprünglichen Fundstelle zurückleiten.

Ein gewisses poröses Quarzgestein, welches bei *Paris* eine obere Süfswasserschicht der Molassegruppe bildet, liefert die befsten Mühlsteine der Welt, welche defshalb sehr weit versendet werden.

Serpentin,

welcher ebenfalls nur zufällig aufzufindende kleine Kuppen im Gebiete der Schiefer- oder Granitgruppe bildet, dient zu vielerlei Bearbeitungen. Man drechselt daraus Dosen, Teller, Leuchter, Pfeifenköpfe, Briefbeschwerer, Reibschalen, Wärmsteine u. s. w., und namentlich ist er zu den letzteren als mittlerer Wärmeleiter ganz besonders geeignet. Sein Verhalten in der Wärme macht ihn auch zu Ofengestellen, Heerd- und Brandmauern sehr brauchbar. Früher wurde er häufig auch zu Bauornamenten und selbst zu Statuen verwendet.

Brauneisenstein, Rotheisenstein und Magneteisenstein

sind Gegenstände des eigentlichen Bergbaues; sie gehören, wie der Spatheisenstein, nicht dem Grundbesitzer, sondern dem Finder, welcher zuerst muthet. Sie bilden Gänge in der Grauwacke, Granit- oder Schiefergruppe, im Porphyr- und Grünsteingebiete, weniger häufig in jüngeren Flötzformationen oder an den Rändern von Basaltkuppen. — Der Magneteisenstein, welcher sich gewöhnlich durch auffallende Ablenkung der Magnetnadel verräth, setzt zuweilen auch selbstständige grofse Bergmassen zusammen. Uebrigens

lassen sich für die Aufsuchung der genannten Erze nicht füglich allgemeine Regeln aufstellen. Stark eisenhaltige Quellen und rothe Färbung des Bodens sind zwar oft Verräther derselben, zeigen sich jedoch auch in der Nähe ganz unreiner und unbauwürdiger Eisensteinmassen.

Der Raseneisenstein findet sich oft unter sumpfigen Wiesen und verräth sich dann durch verbrannt aussehende Rasenstellen oder durch farbenspielende dunkle Häute auf dem Sumpfwasser.

Eisenoxyd wird als Röthel und Eisenoxydhydrat als Gelberde benutzt.

Graphit

findet sich am häufigsten im Glimmer- und Thonschiefer, doch auch im Gneifs und Granit. Schwarze Bodenfärbung verräth ihn. Man macht daraus Bleistifte und Schmelztiegel, streicht Oefen damit an und verwendet ihn in neuerer Zeit vielfach als Schmiere von Maschinentheilen.

Anthracit

ist wesentlich auf Grauwacke und Thonschiefer beschränkt, kommt jedoch ausnahmsweise auch im Granit, Gneifs, Porphyr und körnigen Kalkstein vor. In Deutschland ist derselbe, wie es scheint, nicht als regelmäfsiges Gebirgsglied heimisch; die kleine Partie, welche man bei *Schönfeld* im Erzgebirge abbaut, ist eigentlich durch Porphyr umgewandelte Steinkohle. In Nordamerika bildet er ein vielbenutztes Glied der Grauwackengruppe, setzt jedoch als Brennmaterial besondere Heizvorrichtungen, namentlich sehr starken Zug voraus und mufs, weil er sich schwer entzündet, durch Holz oder Steinkohlen in Brand gebracht werden. Einmal brennend, giebt er eine gröfsere Hitze als Steinkohlen und durchaus keinen unangenehmen Geruch. Die Spuren, welche man hier und da in der deutschen Grauwacke gefunden hat, z. B. bei *Ronneburg*, haben sich bisher nirgends bauwürdig gezeigt.

Schwarzkohle
(Steinkohle).

Es ist jetzt die Zeit, wo in vielen Gegenden Deutsch-

lands eine wahre Steinkohlenmanie herrscht, Jeder möchte gern durch ihre Auffindung reich werden. So manche Tagearbeit und so mancher Thaler sind schon vergeblich auf Versuchsbaue nach Steinkohlen verwendet worden, die bei einigermafsen sachverständiger Beurtheilung der Umstände erspart werden konnten; denn nur allzuoft liefs man sich durch irgend eine schwarze Boden- oder Gesteinsfärbung, durch irgend eine besondere Oberflächengestaltung, die der in irgend einer Steinkohlengegend etwas ähnelte, in solchen Formationen zu Versuchen auf Steinkohlen verleiten, in denen nicht die geringste Aussicht auf Realisirung der gehegten Hoffnungen vorhanden war, was Jeder sich leicht hätte sagen können, der nur einigermafsen einen Begriff von den Lagerungsverhältnissen der Steinkohlen hat. — Dagegen sind innerhalb Deutschlands noch manche Gegenden vorhanden, wo die Steinkohlenhoffnung oder Steinkohlenmanie noch nicht hingedrungen ist, während doch wirklich einiger Grund vorhanden ist, in ihnen Kohlen zu vermuthen. — Da es nun sehr wünschenwerth ist, dafs ein so allgemein geschätztes, den Nationalwohlstand so wesentlich förderndes Brennmaterial nirgends ungenutzt liegen bleibe, so dürfte hier eine etwas ausführliche Behandlung dieses Gegenstandes nicht am unrechten Orte sein. Wir werden uns defshalb zunächst mit der Beantwortung der beiden Fragen beschäftigen: in welchen Gegenden und unter welchen Umständen ist mehr oder weniger begründete — in welchen Gegenden dagegen keine Hoffnung zur Auffindung von Steinkohlen vorhanden?

Die eigentlichen Steinkohlen finden sich nur in einer bestimmten Flötzformation zwischen der Grauwacke und dem Rothliegenden. Daraus ergiebt sich von selbst, dafs überall, wo diese Formation fehlt, auch die Steinkohlen fehlen. Nun ist es freilich keinesweges mit einem flüchtigen Blicke sogleich zu übersehen, ob in irgend einer Gegend diese Formation wirklich ganz fehlt; wenn man aber z. B. in einem Gebirgslande, an allen natürlichen und künstlichen Entblöfsungen nur krystallinische Gesteine, z. B.

Glimmerschiefer, Gneifs, Granit, Porphyr, Grünstein u. s. w. anstehen sieht, so kann man mit Bestimmtheit sagen, dafs in dieser Gegend keine Hoffnung zu Auffindung von Steinkohlen vorhanden ist. — Ebenso ist da wenig oder keine Hoffnung vorhanden, wo die jüngeren Flötzformationen, bunter Sandstein, Muschelkalk, Keuper, Lias, Jura, Quadersandstein, Kreide oder die Molasseglieder in ausgedehnter Verbreitung und Mächtigkeit vorkommen. In solchen Gegenden, wie im mittleren *Thüringen* und in *Baiern*, ist es zwar allerdings immer noch denkbar, dafs in sehr grofser Tiefe auch Steinkohlen vorhanden sind, diese Tiefe würde aber offenbar für unsere gegenwärtigen Kräfte und Bedürfnisse unerreichbar sein. — Es kommen nun zwar auch in den soeben genannten jüngeren Flötzformationen selbst einige Kohlenlager vor, diefs sind aber keine eigentlichen Steinkohlen; auch haben sich in Deutschland bisher von den jüngeren Kohlenlagern im Allgemeinen nur die Braunkohlen, von welchen wir nachher ausführlicher reden werden, bauwürdig gezeigt. Die sogenannten Lettenkohlen im Keuper, die Kohlen des Lias und des Quadersandsteines haben zwar hier und da zu Versuchs- und schwachen Betriebsbauen Veranlassung gegeben, ihre Gewinnung hat aber niemals grofse Bedeutung erlangt. — Auch die Gegenden der norddeutschen Ebene, welche dick mit Alluvialgebilden bedeckt sind, ohne dafs sich ältere Gesteine daraus hervorheben, geben keine Hoffnung zu Auffindung von Steinkohlen, und derselbe Fall findet in den grofsen Thalweitungen des *Rheines* und der *Donau* statt; unter ihrem ebenen Thalboden würde man ohne begründete Hoffnung nach Steinkohlen bohren, wenn nicht vielleicht irgendwo in der Nähe an den Thalrändern die Steinkohlen führende Formation sich noch auffinden sollte.

Wir gehen nun dazu über, die Fälle näher zu bezeichnen, in welchen die Möglichkeit oder sogar begründete Hoffnung vorhanden ist, Steinkohlen in bauwürdiger Lage aufzufinden. — Zunächst verdient es Erwähnung, dafs die Steinkohlenformation sich am häufigsten am Fufse und Abhange der Gebirge und an der Gränze zwischen grofsen

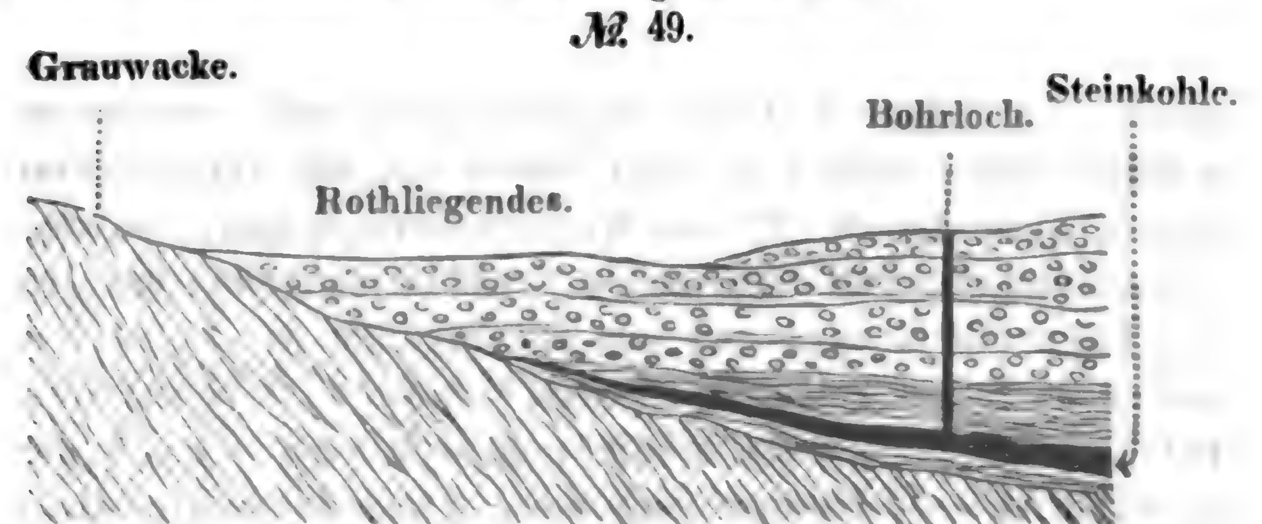
Flötzgebirgsebenen und Massengebirgen zeigt. Wo man nun in solchen Gegenden oder auch im flachen Hügellande Grauwacke oder Rothliegendes findet, da ist auch immer schon Grund vorhanden, nach der Steinkohlenformation zu suchen. Man wird dann im ersteren Falle — wenn die Grauwacke vorherrscht — nach dem Hangenden ihrer Schichten zu oder von den auf einer Seite etwa zunächst angränzenden älteren Schiefergesteinen abwärts nach Spuren von jenem grauen Sandsteine oder Schieferthone suchen, welcher für die Steinkohlenformation so bezeichnend ist; hat man einmal diese Glieder erreicht, so wird es nicht schwer sein, sich da, wo sie sich am mächtigsten aufgelagert zeigen, durch einige Bohrversuche zu überzeugen, ob sie auch bauwürdige Kohlenlager enthalten oder nicht. Hierzu sind Bohrversuche durchaus am geeignetsten, denn Schächte sind für blofse Versuchsarbeiten zu kostspielig, und Schürfe gewähren keine genügende Sicherheit, da die Kohlenlager an ihrem Ausgehenden oft gänzlich zusammengedrückt, zersetzt oder auf andere Weise entstellt sich zeigen. Um aber die Mächtigkeit und das Fallen eines einmal erbohrten Kohlenlagers sicher bestimmen zu können, dazu sind mindestens drei, in einem Dreieck liegende Bohrlöcher nöthig, denn nur durch drei Punkte kann die Lage einer Ebene gehörig bestimmt werden, und bevor man die Lage der Schicht nicht kennt, läfst sich auch über die erbohrte Mächtigkeit nicht urtheilen; es müfsten denn in der ganzen Gegend alle Schichten horizontal lagern, so dafs eine schräge Durchbohrung derselben überhaupt nicht annehmbar wäre.

Ist das Rothliegende vorhanden, so ist die Hoffnung, Steinkohlen zu finden, offenbar noch gröfser als bei vorherrschender Grauwacke, denn wo die zunächst bedeckende Formation gefunden wird, da läfst sich auch auf die zunächst darunter gehörige hoffen. — Es würde diese Hoffnung aber eine noch weit zuverlässigere sein, wenn nicht die Steinkohlen das Product ziemlich localer Umstände zu sein schienen, so dafs also ihre einstige Entstehung und gegenwärtige Verbreitung keine allgemeine

war und ist, sondern vielmehr eine von besonderen Umständen abhängige. — Zu den der Steinkohlenbildung besonders günstigen Umständen scheint namentlich die Becken- oder Bassinform der Oberfläche gehört zu haben; denn sehr auffallend ist es, dafs man diese Brennmaterialvorräthe so häufig in mulden- oder beckenförmiger Gestalt abgelagert findet, was einen ähnlich geformten Grund und Boden, einen Landsee, Sumpf oder Meeresbusen für ihre Ablagerung voraussetzt. — Zuweilen ist diese Form noch an der gegenwärtigen Gebirgsoberfläche erkennbar und kann dann allerdings auch als ein Hoffnungskriterium betrachtet werden; oft aber läfst sich dieselbe nur noch aus der Schichtenstellung ermitteln; indem dieselben einem Mittelpunkte zugeneigt sind.

Sind Rothliegendes und Grauwacke in einer Gegend beide vorhanden, dann wird man sich mit seinen Nachsuchungen natürlich zunächst an die Gränze beider zu wenden haben. Sollten sich aber auch hier keine Glieder der Kohlenformation zeigen, so ist es doch immer noch denkbar, dafs ihr Ausgehendes von dem Rothliegenden bedeckt ist, und ein Bohrversuch einige hundert oder tausend Schritte nach dem Inneren des Rothliegenden zu,

№ 49.



wird dann keinesweges als eine ohne begründete Hoffnungen unternommene Arbeit angesehen werden können, wenn auch ein ungünstiges Resultat derselben etwa eben so leicht denkbar ist wie ein günstiges.

Fast derselbe Fall findet auch da statt, wo das Rothliegende unmittelbar an krystallinische Schiefer- oder Mas-

sengesteine angränzt; doch ist die Hoffnung hier im Ganzen etwas geringer, weil dieser Mangel der Grauwacke ohnehin schon eine Lücke in der Reihenfolge der Formationen andeutet.

Ist das Rothliegende in einer Gegend allein herrschend, so ist hier allerdings überall die Aussicht vorhanden, unter demselben Steinkohlen auffinden zu können; wenn aber weiterhin, da, wo dasselbe an ältere Gesteine gränzt, nirgends eine Spur von der Kohlenformation zu Tage tritt oder durch Bohrarbeiten, wie S. 483, hat aufgefunden werden können, so ist auch im Innern des Gebietes die Hoffnung nur gering. Zudem kann die Mächtigkeit des Rothliegenden so beträchtlich sein (vielleicht 1000' übersteigen), dafs ein Abbau der Kohlen unter demselben hervor für die gegenwärtigen Bedürfnisse und Hilfsmittel dadurch unvortheilhaft wird.

Hat man durch Bohrarbeiten ein Kohlenlager erreicht, und zeigt sich dieses vielleicht nicht sogleich mächtig oder gut genug, so ist doch wenigstens die Hoffnung gegeben, bei tieferem Bohren ein zweites, vielleicht bauwürdigeres, zu erreichen, denn gewöhnlich kommen mehre derselben übereinander vor.

In Gegenden, wo schon Kohlenbergbau besteht, da findet zuweilen der Fall statt, dafs alle Kohlenlager durch einen übersetzenden Gang abgeschnitten und verworfen werden. Hier kommt es dann darauf an, die verworfenen Flötze nach den S. 93 und 94 entwickelten Gesetzen der Verwerfung wieder aufzusuchen, wobei man zunächst aus der Lage des Ganges und aus der Stellung der zu beiden Seiten desselben zu beobachtenden Schichten zu beurtheilen hat, welche Gebirgshälfte die gehobene oder welche die gesenkte ist. — Ist man über diese Frage einmal im Reinen, dann wird es leicht sein, zu entscheiden, wo das Kohlenflötz wieder aufzusuchen ist.

In Ländern, wo die Kohlen zu den Regalien gehören, ist bei ihrer Auffindung die Muthung nicht zu vergessen.

Die mehrfache und wichtige Benutzungsweise der Steinkohlen als Brennmaterial im rohen und verkoaksten Zu-

stande kann wohl hier als bekannt vorausgesetzt werden. Aufserdem gewinnt man aus ihnen, theils gelegentlich bei der Verkohlung, theils durch besondere Arbeiten: Steinkohlentheer, Steinkohlenöl, Steinkohlenwasser, Steinkohlenrufs und brennbare Gasarten (Leuchtgas). — Um sie bei dem Eisenschmelzprocefs anwenden zu können, mufs man einige weniger reine Steinkohlen vor der Verkoaksung fein pochen und auskochen, wodurch die Gyps- und Kiesbeimengungen möglichst entfernt werden.

Die jährliche Production der Steinkohlen beträgt jetzt ungefähr:

In England	450,000,000	Centn.
- Belgien	113,000,000	-
- Frankreich	48,000,000	-
- Preufsen	34,000,000	-
- Rufsland	16,000,000	-
- Oesterreich (incl. Böhmen)	4,000,000	-
- Bayern	700,000	-
Im Königreiche Sachsen	620,000	-
In Schweden und Norwegen	613,000	-
- Hannover	469,000	-
- Spanien	400,000	-
- beiden Hessen	330,000	-
- Sardinien	101,000	-
- Weimar	42,000	-
- Portugal	9,000	-
Summa	668,284,000	Centn.

Braunkohlen.

Die Braunkohlen, welche, wenn sie gut sind, als Vertreter der Steinkohlen angesehen werden können, sind zum Glück für den Menschen häufig gerade in den Gegenden verbreitet, wo die Steinkohlen fehlen.

Ueberall, wo die Diluvialgebilde mäfsig mächtig entwickelt sind, da ist auch einige Hoffnung vorhanden, Braunkohlen unter ihnen zu finden, so z. B. in vielen Gegenden der *norddeutschen* Ebene. Besondere Verräther ihrer Nähe sind hier: 1) Hügelbildungen der Oberfläche; 2) weifse Thonschichten mit einzelnen Pflanzenstengeln; 3) anstehende Massen jenes besonders festen Braunkohlensandsteines, der, wo die Formationsreihe vollständig entwickelt ist, unter der Braunkohle liegt; 4) auch blendend weifser Sand oder Kies, welcher sich durch diese Färbung von dem mehr gelblichen Sand oder Kies der Diluvialgebilde

selbst unterscheidet, bildet sehr häufig die nächste Decke der Braunkohlenlager.

Will man sich nun, wo dergleichen Anzeigen vorhanden sind, oder auch, wo man nur aus der Diluvialbedeckung auf die Möglichkeit der Anwesenheit von Braunkohlen schliefst, Ueberzeugung verschaffen, so hat man ein oder zwei Bohrlöcher niederzuschlagen, bis man, wenn sich keine Kohlen zeigen, entweder festes Gestein oder eine solche Tiefe erreicht, in welcher der Abbau gewöhnlicher Braunkohlen nicht mehr lohnend sein würde. Erreicht man dagegen auf diese Weise ein Braunkohlenlager, so ist seine weitere Beschaffenheit durch das S. 482 angegebene Verfahren zu ermitteln.

Leichter als in den grofsen Diluvialebenen wird die Auffindung gewöhnlich in dem Vorhügellande der Gebirge oder in den Gebirgen selbst, wo die Oberfläche mehr durchschnitten ist. Auffallend ist es, dafs hier die Braunkohlen besonders häufig mit Basaltgebilden zusammen vorkommen und in ihrer Nähe sich oft von ganz besonders guter Beschaffenheit, viel besser als in den grofsen Diluvialebenen zeigen, so namentlich am *Meifsner* in *Hessen* und bei *Aufsig* in *Böhmen*. — Es scheint, dafs die bei der Entstehung der Basaltgebilde entwickelte Wärme, sehr vortheilhaft auf die Ausbildung der Braunkohlen eingewirkt hat; auch dürften einige Braunkohlenlager in solchen Gegenden durch den überströmenden Basalt vor späterer Zerstörung geschützt worden sein, während ihre nicht überströmten Theile meist vom Wasser weggerissen wurden (*Meifsner* in *Hessen*).

In dem Systeme der Geognosie haben wir zwei verschiedene Braunkohlenformationen zu unterscheiden gesucht, zugleich aber auch bemerkt, dafs ihre wirkliche Unterscheidung bis jetzt nur in wenigen Fällen gelungen ist. Für die Aufsuchung und den praktischen Betrieb der Braunkohlengruben dürfte diese wissenschaftliche Trennung vor der Hand ohne besonderen Werth und Einflufs sein, zumal da die in Böhmen der oberen Braunkohlenformation zugerechneten Süfswasserkalksteine doch nur als eine ganz

locale Bildung anzusehen sind und defshalb nicht als allgemeine Hilfsmittel bei der Aufsuchung von Braunkohlen benutzt werden können.

Die Braunkohlen werden nicht nur vielfältig zum Brennen benutzt, theils so, wie sie aus der Grube kommen, theils (wenn es erdige sind) vorher in Formen gestrichen, theils auch (die befsten Varietäten), nachdem sie verkohlt sind, sondern sie dienen auch dann noch, wenn sie zum Brennen in Oefen zu erdig und unrein sein sollten, wie das zuweilen der Fall ist, als nützliche Mineralproducte. Enthalten sie nämlich viel Thon und leicht verwitternden Schwefelkies, so extrahirt man daraus durch Verwitterung und Auslaugen Alaun oder Eisenvitriol. Enthalten sie aber von diesen Bestandtheilen nicht viel, so ist die durch Verbrennen in Haufen auf dem Felde erlangte Asche doch immer noch als Düngemittel nutzbar. — Einige erdige Braunkohle giebt eine braune Farbe (kölnische Erde oder Umbra); sie wird gegraben, geschlemmt und in hölzerne Formen geprefst.

Torf.

Der Torf ist, wie wir gesehen haben, ein Mittelding zwischen Mineral und Pflanze; da aber seine Gewinnung durch Graben geschieht, so findet er auch hier seinen Platz. Torflager finden sich sowohl in den grofsen Niederungen und Ebenen als im hohen Gebirge, doch unterscheidet der Torf sich in diesen verschiedenen Localitäten gewöhnlich durch seine Beschaffenheit. Der Torf der Niederungen ist meist dichter, schwerer und dadurch ein besseres Brennmaterial als der in den Gebirgen, doch kommen auch in den Gebirgen zuweilen sehr gute Torflager vor. Fast überall verrathen sich Torflager durch eine sumpfige Beschaffenheit der Bodenoberfläche und gewöhnlich auch noch durch einige bald näher zu bezeichnende Pflanzen. Wo die Bodenoberfläche trocken, fest, sandig oder gar steinig ist, da kann man auf ein unterliegendes Torflager nie hoffen; wo dagegen der Boden feucht, sumpfig, weich oder beim Auftreten elastisch schwankend gefunden wird, und

und wo zugleich die Sumpfhaide, *Erica tetralix*, das Wollgras, *Eriophorum*, wilder Rosmarin, *Ledum palustre*, die Sumpfheidelbeere, *Vaccinum uliginosum*, gefunden werden, da kann man immer mit einiger Wahrscheinlichkeit ein Torflager voraussetzen, über dessen Dasein und Beschaffenheit man sich auch ohne Erdbohrer durch einige 3 bis 4 Fufs tiefe Löcher leicht Gewifsheit verschafft; zur näheren Untersuchung der Mächtigkeit und Beschaffenheit ist dann freilich immer wieder ein kurzer Erdbohrer wünschenswerth, weil in der Regel nur 4 bis 6 Fufs mächtige Lager den Abbau lohnen.

In praktischer Beziehung unterscheidet man namentlich folgende Torfarten:

1) Baggertorf, ein Schlamm, der bei'm Trocknen dicht wird und ohne deutliche organische Reste sich zeigt, der befste von allen.
2) Pechtorf, ein Torf, der von vielem Erdharz durchdrungen ist und davon eine schwärzliche oder dunkelbraune Farbe angenommen hat.
3) Papiertorf, ein Torf, der aus einem schichtenweise über einander liegenden Gemenge von Wurzeln, Stengeln und Blättern zusammengesetzt ist.
4) Rasentorf, gröfstentheils nur aus vertrockneten, noch nicht zerstörten Gräsern, Schilfen und Moosen bestehend und gelb oder graulich gefärbt.
5) Heidetorf, gebildet aus wagerecht übereinander liegenden Schichten von theils plattgedrückten Schilfstengeln, theils verworrenfaserig verwebten moos-, heide- und farrenkrautähnlichen Pflanzen von schwarzbrauner Farbe.

Der Abbau eines aufgefundenen Torflagers erfolgt nach gewissen Regeln, so dafs dadurch nicht das ganze Lager auf einmal trocken gelegt wird, wodurch sein Fortwachsen und seine Qualität vermindert werden würde. Von einem zu führenden Hauptgraben aus wird die Masse nach einer oder zwei Seiten hin mit besonders dazu vorgerichteten Schaufeln regelmäfsig abgestochen; man vergleiche darüber *Moser's* Torfbetrieb, Nürnberg, 1840.

Einiger Torf, den man defshalb Stichtorf nennt, wird sogleich bei der Gewinnung in regelmäfsige parallelepipedische Formen gestochen; anderer ist dazu zu wenig zusammenhaltend und wird defshalb als Brei, wie die erdige Braunkohle, in hölzerne Ziegelformen gestrichen und dann erst getrocknet. Dieser heifst Streichtorf. Im nördlichen England wird auch noch der feine erdige Abfall mit ¼ Lehm und Wasser zusammen geknetet, in Kugeln geformt und getrocknet.

Das Trocknen des Torfes erfolgt an mehren Orten in besonderen geheizten Trockenhäusern, weil namentlich in den hohen Gebirgen häufige Nebel das Trocknen in freier Luft sehr erschweren und oft ganz unsicher machen. — Bei kleineren Anlagen erfolgt es jedoch nur durch lockeres Aufsetzen der Ziegeln auf dem Erdboden, auf Stangengestellen oder in luftigen Schuppen. — Der Versuch, Torf durch Pressen auszutrocknen und zugleich zu verdichten, hat bis jetzt noch nicht gelingen wollen.

Bei allen Feuerungen, welche eine mäfsig starke, aber stete Erhitzung erfordern, kann der Torf mit Vortheil angewendet werden; nur darf er nicht gar zu viel Asche geben. Man gebraucht ihn bei allen Siede- und Verdampfungsarbeiten, in Kalk-, Ziegel-, Töpfer-, Steingut- und Glasöfen, zum Brennen auf Küchenheerden, zur Zimmerheizung u. s. w. — Man gewinnt selbst in neuerer Zeit Gas zur Beleuchtung aus ihm; hierbei ist es gut, ihn nicht lange (etwa nur drei Viertelstunden) zu destilliren; man erhält dann zugleich eine gute Torfkohle bei dieser Arbeit.

Um den Torf für manche andere Arbeiten brauchbarer zu machen, wird er verkohlt. Diefs geschieht entweder in Meilern, in Gruben oder in besonders dazu erbauten Oefen. Die Torfstücke erhalten zur Meilerverkohlung gröfsere Dimensionen als die zum gewöhnlichen Gebrauche; auch müssen sie sehr lufttrocken sein. Die Torfmeiler werden wie die Holzmeiler vorgerichtet und behandelt, nur etwas kleiner gemacht, und erfordern einen stärkeren Luftzug. Geht die Arbeit gut, so kann man dem Raume nach auf 35 bis 40 Procent Kohlen rechnen, die beinahe eben so brauch-

bar sind als Holzkohlen, viel schneller anbrennen als die gewöhnlichen Torfstücke, bei einem minder starken Luftzuge fortbrennen und ein gemäſsigteres, gleichförmigeres Feuer ohne üblen Geruch geben. Am beſsten taugen zur Verkohlung die dichten festen Torfgattungen, nicht gut die leichten. Auch das Verkohlen in Gruben geht auf ähnliche Weise, wie bei'm Holze, vor sich. Um diese Arbeit in geschlossenen Räumen vorzunehmen, bedient man sich theils eiserner Cylinder, theils gemauerter Oefen. Vergl. darüber *Moser's* Torfwirthschaft.

Asphalt.

(Erdpech und Erdöl.)

Ersteres ist in Deutschland nicht im reinen Zustande vorhanden, kann jedoch aus manchen bituminösen *Gesteinen*, namentlich aus einigem Kupferschiefer und Liasschiefer dargestellt werden.

Erdöl, aus dessen Verdickung Erdpech entsteht, ist auch in Deutschland an einigen Orten, z. B. bei *Braunschweig*, zufällig, theils frei zu Tage quellend, theils in Bohrlöchern gefunden worden. Man wird jedoch diese Auffindung auch künftig mehr dem Zufalle überlassen, als absichtlich herbeiführen, da einestheils die Aussichten in Deutschland nicht sehr lockend sind, anderntheils aber in dem Gebiete der jüngeren Flötzformationen über die Localität selbst, hier, wo man so wenige Erfahrungen gemacht hat und wo Asphalt kein constantes Glied bildet, wirklich nur der Zufall entscheiden kann. — Asphalt wird neuerlich sehr viel zu Herstellung von Straſsenpflaster und platten Dächern verwendet. Zu ersteren wird es erwärmt, mit 40 Procent grobem Fluſssande gemengt, oder als Bindemittel in eisernen Formen über gewöhnlichen Steinschlag gegossen, den man dann stückweise an einander fügt, worauf die Fugen wieder ausgegossen werden. Sowohl Asphalt als Erdöl dienen in Gegenden, wo sie häufig sind, als Bindemittel für Mauern; ersteres benutzt man auch bei uns als Kitt und Cement in besonderen Fällen. Letzteres wird vielfach zur Beleuchtung verwendet.

Thonschiefer

bildet so ausgedehnte Gebirgspartieen der Schiefer- und Grauwackengruppe, dafs man schwerlich je nöthig haben wird, ihn mühsam aufzusuchen, denn wo er einmal vorkommt, da ist er auch is grofser Masse vorhanden. Es ist aber auch nicht die Gesammtmasse des Thonschiefers als eine technisch nutzbare Gebirgsart anzusehen, sondern nur einzelne Varietäten desselben, welche gewöhnlich nur sehr untergeordnete Einlagerungen in der Hauptmasse bilden, sind als Dachschiefer, Tafelschiefer, Wetzschiefer, Griffelschiefer, Zeichnenschiefer und Alaunschiefer besonders nutzbar. Diese Gesteine haben, je nach der Vollkommenheit ihrer besonderen Eigenschaften, einen gröfseren oder geringeren Werth. Für ihre Aufsuchung können keine allgemein wissenschaftlichen Regeln gegeben werden, örtliche Erfahrungen sind dagegen oft als lehrreiche Führer anzusehen; wenn man z. B. eines dieser besonderen Gesteine in irgend einer Schiefergegend vorzugsweise unter gewissen besonderen Umständen gefunden hat, so wird man, wo diese Umstände in derselben Gegend sich wiederholen, auch mit triftigem Grunde nach jenem Gesteine suchen.

Das specifische Gewicht der Thonschiefervarietäten schwankt zwischen 2,6 bis 3,1.

Bei dem **Dachschiefer** kommt besonders viel darauf an, dafs er dünn und eben spaltet, nicht zu vielfach zerklüftet ist, nicht viel Wasser einsaugt und, der Luft ausgesetzt, möglichst wenig verwittert oder aufblättert. — In den berühmten Schieferbrüchen bei *Lehesten* am Thüringer Walde, aus deren zweien, die landesherrlich sind, jährlich 40,000 bis 50,000 Centner Dachschiefer und 32,000 Schock Schiefertafeln versendet werden, gilt der silbergraue Dachschiefer für am meisten dauerhaft, obwohl noch zur Zeit der dunkle, schwarzgraue mehr gesucht wird. Aus dem Lehestener Schiefer werden Tafeln bis zur Dünne einer Linie gespalten.

Als **Wetzschiefer** dienen gewöhnlich die feinen Uebergänge des Grauwackensandsteines in den Grauwacken-

thonschiefer, überhaupt aber alle feingemengten kieselreichen Thonschiefer. Man findet den Wetzschiefer lagerweise oder auch in gangartigen Streifen im Thonschiefer, so z. B. bei *Sonnenberg* am Thüringer Walde, bei *Seifersdorf* unweit Freiberg, bei *Saalfeld*, bei *Vieil-Salm* in Frankreich.

Zu Herstellung der Schieferstifte verwendet man den sogenannten Griffelschiefer, einen dünnstengelig abgesonderten Thonschiefer. Die Stengel desselben brauchen nur etwas abgeschabt oder zwischen Sandsteinplatten rund geschliffen zu werden, um Schieferstifte zu bilden. — In grofser Quantität werden dieselben bei *Hasenthal* und *Steinheide* am *Thüringer Walde* gebrochen.

Zeichnenschiefer oder schwarze Kreide, eine kohlenstoffreiche Varietät des Thonschiefers, findet sich in Deutschland nur selten, z. B. bei *Ludwigstadt* im Fichtelgebirge; die befsten Varietäten kommen aus *Italien* und *Spanien*. Die schwarze Kreide wird theils roh, theils geschlemmt und mit Gummiwasser geknetet und geformt, verwendet.

Alaunschiefer bildet sehr häufig untergeordnete Lager im Thonschiefer. Jeder etwas bituminöse Thonschiefer mit fein eingesprengten Eisenkiestheilchen kann zur Alaunbereitung benutzt werden. — Von einer Aufsuchung desselben nach bestimmten Regeln kann, wie erwähnt, nicht wohl die Rede sein, man wird nur, bevor man technische Anlagen darauf begründet, die Mächtigkeit und Güte des zufällig aufgefundenen Alaunschiefers durch Nachgrabung und chemische Untersuchung oder Probe zu prüfen haben, um daraus zu beurtheilen, ob der Abbau sich lohnen wird. — Bedeutende Alaunschieferbrüche sind bei *Reichenbach* und *Ebersdorf* im *Voigtlande* und bei *Lauterthal* am *Harz* bekannt.

Der meiste Thonschiefer kann allerdings auch als Baustein benutzt werden, doch macht ihn die schieferige Textur oft wenig geeignet dazu. Noch weniger taugt er in der Regel zum Strafsenbau, da er hierzu nicht nur zu schieferig, sondern auch zu weich ist. — In *Schweden* hat man ge-

brannten Thonschiefer zur künstlichen Herstellung von Cement verwendet. Eine ganz gute Mischung dieser Art soll sein: ein Theil des gebrannten Thonschiefers mit einem Theile mageren Kalks, einem Theile Granitgrus und einem Theile Granitbrocken. — Zerkleinerter Thonschiefer dient auch als Zuschlagflufsmittel für kalkreiche Erze.

Glimmerschiefer

findet wenig besondere technische Anwendung; seine dickschieferigen, quarzreichen und dadurch festen Varietäten liefern einen vortrefflichen Baustein; zum Strafsenbau kann jedoch nur der in den Quarzschiefer übergehende mit Vortheil benutzt werden. Eine gewisse feine quarzreiche Varietät der Gegend von *Schwarzenberg* in Sachsen wurde früher als Gestellstein in Schmelzöfen benutzt. Dazu würden auch der Talkglimmerschiefer und der Itakolumit ganz besonders geeignet sein. — Ueberhaupt ist aller Glimmerschiefer mehr feuer- als wasserbeständig und defshalb zu Brandmauern und Feuerstellen recht gut, zu Wasser- und Grundbauten aber weniger gut anwendbar. Sein specifisches Gewicht ist = 2,6 bis 3,0. — Besonders fein- und ebenschieferige Varietäten werden auch zum Dachdecken benutzt.

Gneifs

liefert oft einen sehr guten, festen und ebenplattigen Baustein; ganz *Freiberg* ist daraus erbaut, und die Strafsen sind mit Trottoirs aus diesem Gesteine belegt. — Zum Chausseebaue können nur die undeutlichschieferigen, aus sehr kleinen Gemengtheilen bestehenden Varietäten benutzt werden, namentlich die, in welchen Quarz oder Feldspath stark vorherrschen.

Eine besondere technische Benutzung dürfte bei'm Gneifs kaum stattfinden. Sein specifisches Gewicht ist = 2,5 bis 2,9. — Die Art seines Vorkommens ist im Systeme der Geognosie hinreichend beschrieben.

Granit.

Gewisse Varietäten des Granites liefern sehr feste und

dauerhafte Bausteine und eignen sich auch zur Bearbeitung. — Die rohen Steine haben freilich gewöhnlich keine recht passende Formen, und ihre Bearbeitung ist meist etwas kostspielig. — Das specifische Gewicht des Granites ist 2,5 bis 2,6. — Einige der bedeutendsten Land- und Wasser-Bauwerke in *Paris*, *London* und *Petersburg* bestehen aus Granit. — Man macht daraus auch grofse Platten, Säulen, Tröge, Simse und dergleichen. Gewöhnlich benutzt man aber zu solchen Arbeiten nur die an der Oberfläche liegenden grofsen Granitblöcke, welche in der Regel fester und weniger zerklüftet sind als der gröfste Theil des anstehenden Gesteines. Jene Blöcke werden mit Hilfe vieler eiserner oder hölzerner Keile zweckmäfsig zurecht gespaltet und dann erst mit Spitzeisen, Hammer und Meissel bearbeitet. — An einigen Orten eignet sich jedoch auch das anstehende Gestein zu solchen Arbeiten, so am Trögelsberge bei *Bischofswerda*, von welchem sehr grofse Sendungen von Granitplatten geliefert werden. An diesem Berge gewährt die plattenförmige Absonderung des Gesteines bei der Gewinnung eine grofse Erleichterung, weil man diese ziemlich horizontal liegenden Platten gewöhnlich nur nach zwei verticalen Richtungen zu zerspalten braucht.

Viele alte ägyptische Bauwerke und colossale Statuen bestehen aus Granit; auch werden noch jetzt colossale Bildwerke häufig aus den festesten Granitvarietäten hergestellt und nehmen eine gute Politur an. Die grofse Schale vor dem Museum in *Berlin* und die Alexandersäule in *Petersburg* sind beide aus nordischem Granitgeschiebe gearbeitet.

An einigen Orten werden auch gute Mühlsteine aus Granit gehauen. — Als Chausseesteine sind nur gewisse feinkörnige und feste Varietäten des Granites gut anwendbar.

Der Schriftgranit taugt in der Regel nicht viel als Baustein, doch ist er zuweilen fest genug zum Chausseebau, und liefert hier und da grofse reine Feldspathpartieen zur Porzellanbereitung.

Der Protogyn dürfte in seiner Anwendung meist dem gewöhnlichen Granite gleich stehen. Zuweilen ist in ihm

der Talk durch Chlorit ersetzt, und das grünliche Gestein wird dann seiner Färbung wegen besonders geschätzt.

Granulit oder Weifsstein bricht mehr in dünnen, oft sogar schieferigen Platten und ist defshalb, so wie wegen zu grofser Festigkeit zur Bearbeitung untauglich; dagegen liefert er vortreffliche rohe Mauersteine und gute Chausseesteine.

Greisen ist zwar ein seltenes Gestein, durch seinen häufigen Zinngehalt aber doch von Wichtigkeit. Die Menge des letzteren ist durch Feinpochen und Abschwemmen in einem flachen Gefäfse leicht zu ermitteln, da das Zinnerz weit schwerer ist als das übrige Gestein.

Das feine Gesteinspulver wird bei dieser Manipulation so lange mit Wasser eingerührt und stofsweise abgeschlemmt, bis nur der schwarze schwere Zinnsand zurückbleibt, zu dessen Wegschwemmung eine weit heftigere Bewegung und gröfsere Neigung des Gefäfses nöthig sein würde, als zu der der übrigen Gesteinstheile.

Syenit

verhält sich im Ganzen sehr ähnlich dem Granite, nur ist er gewöhnlich etwas fester; sein specifisches Gewicht ist = 2,5 bis 3,0. — Bei *Dresden* wird er zu regelmäfsigen parallelepipedischen Pflastersteinen gehauen, wozu er sich durch seine Festigkeit sehr eignet.

Viele alte morgenländische Bau- und Bildwerke bestehen aus Syenit. Auch die sogenannte Riesensäule am *Melibokus* ist aus einem grofsen Syenitblock gearbeitet.

Grünstein.

Die Grünsteinvarietäten sind zur Bearbeitung als Bausteine in der Regel zu fest und zu vielfach zerklüftet. Dagegen liefern sie gute rohe Mauersteine, besonders die schieferigen, und die nichtschieferigen auch vortreffliche Chausseesteine. Sein specifisches Gewicht ist = 2,7 bis 3,0.

Einige Grünsteinvarietäten werden zur Verarbeitung als geschliffene Steine sehr gesucht, so namentlich der *Porfido verde antico*, ein Grünsteinporphyr mit schönen weifsen oder grünen Feldspathkrystallen, und der corsikanische

Kugelfels, ein compacter Grünstein mit kugelförmigen Aussonderungen im Inneren.

Ganz dichte basaltähnliche Varietäten (*Aphanit*) können auch als Probirsteine benutzt werden.

Porphyr

liefert sehr gute rohe Bau- und Chausseesteine. Zu letzteren eignen sich namentlich einige Porphyrvarietäten ganz besonders gut; sie lassen sich leicht in kleine Stücke schlagen, die aus ihnen gebauten Strafsen binden gut, halten sich trocken und fest und stauben nicht zu sehr. Das specifische Gewicht des Porphyrs ist = 2,4 bis 2,6.

Zur Bearbeitung als Baustein ist der Porphyr im Ganzen nicht sehr geeignet, gewisse Varietäten sind aber von jeher wegen ihrer schönen Färbung und Zeichnung zu Säulen, Monumenten, Vasen und dergl. gesucht worden; auch nimmt das Gestein in der Regel eine sehr gute Politur an. — Diese Eigenschaften haben verschiedene Unterscheidungen und Benennungen veranlafst, deren wichtigste folgende sind:

1) Rother Porphyr, *porfido rosso*, roth und braunroth mit kleinen rosarothen oder weifsen Feldspathkrystallen.
2) Brauner Porphyr, *porfido bruno antico*, braun mit grünlichen, röthlichen oder weifsen Feldspathkrystallen.
3) Schwarzer Porphyr, *porfido nero antico*, schwarz mit weifsen Feldspathkrystallen und zuweilen auch Quarzkörnern.
4) Grauer Porphyr, *Mordiglione*, graue Grundmasse mit weifslichen Feldspath- und grauen Quarzkrystallen.
5) Grüner Porphyr (gehört zum Theil zu dem Aphanitporphyr), *verde antico*, dunkelgrüne Grundmasse mit weifsen oder grünlichen Feldspathkrystallen.
6) Hällaflinta, dunkelbraune, hornsteinartige Felsitgrundmasse mit kleinen Quarz- und Feldspathkrystallen; dieses Gestein kommt namentlich bei *Elfdalen* in Schweden sehr schön vor und wird dort vielfach zu Kunstgegenständen verarbeitet.

Ein etwas poröser und durch viele Quarzkrystalle rauher Porphyr des *Thüringer Waldes* liefert weit gesuchte Mühlsteine, welche namentlich bei *Crahwinkel* gebrochen werden. Eine hierzu noch besser geeignete Porphyrvarietät wurde neuerlich im sächsischen Erzgebirge bei *Tannenbergsthal* aufgefunden; dieses poröse Gestein liefert Mühlsteine, welche in mancher Beziehung denen von *Paris* gleich kommen und nur etwas zu viel Eisenoxyd enthalten.

Melaphyr

wird vielfach als Mauer- und Strafsenstein verwendet, zeigt jedoch zu keinem dieser Zwecke einen besonderen Werth. Sein specifisches Gewicht ist = 2,7 bis 3,0. Einige Varietäten des Melaphyr dienten zuweilen als Material für Kunstwerke, und die aus Achat bestehenden Ausfüllungen seiner mandelförmigen Blasenräume werden vielfach als Schmucksteine verwendet, so namentlich zu *Oberstein* an der *Nahe*.

Basalt.

Die sehr gewöhnliche säulen- oder kugelförmige Absonderung, sowie vorzugsweise auch die grofse Festigkeit machen den Basalt zur Bearbeitung als Baustein untauglich, dagegen ist er als roher Mauerstein besonders auch zu Wasserbauten ganz vortrefflich und fest, und oft können sogar die Absonderungsformen, Säulen oder Platten, dabei sehr gut benutzt werden. Noch besser wie als Mauerstein bewährt sich aber der Basalt als Strafsenbaustein, zu welchem Zwecke er mit Recht ganz vorzugsweise beliebt ist. Die aus ihm gebauten Strafsen halten sich fest und trocken.

Als Pflasterstein ist der Basalt von grofser Dauer, nur werden die einzelnen Steine leicht zu glatt. Sein specifisches Gewicht ist = 2,8 bis 3,1.

Die regelmäfsigen Basaltsäulen hat man zuweilen sehr geschickt als Eckpfeiler, Treppenstufen, Ornamente u. s. w. verwendet.

Unter den antiken Sculpturen kommt wahrer Basalt

34

nur sehr selten vor, doch existiren daraus einige Löwen und Sphynxe. — Geschliffener Basalt kann als Probir- oder Farbenreibstein benutzt werden. Zuweilen setzt man beim Eisenschmelzen Basalt als Flufsmittel zu, wobei zugleich sein Eisengehalt mit gewonnen wird; auch verwendet man ihn bei der Herstellung des schwarzen Bouteillenglases. — Schlackiger Basalt liefert gute Mühlsteine und Bausteine, auch Filtrirsteine; vergl. *Lava*.

Phonolith

bricht gewöhnlich in dünnen Platten, die recht gute Mauersteine, besonders auch zu Wasserbauten, abgeben; grofse Platten davon werden als Deck-, Brücken- und Trottoir-Steine verwendet; weniger geeignet ist derselbe durch seine schieferige Textur zum Strafsenbau. — Sein specifisches Gewicht ist = 2,5 bis 2,7.

In der *Rhön* und im südlichen *Frankreich* werden ganz dünne Phonolithplatten auch zum Dachdecken benutzt.

Trachyt

läfst sich oft recht bequem als Baustein zuhauen, hält sich trocken und bindet gut mit dem Mörtel; leider aber sind viele Varietäten desselben von geringer Dauer, sie leiden zu sehr durch Verwitterung, was unter Anderem zum grofsen Nachtheile des Cölner Domes gereicht, der meist aus Trachyt vom *Drachenfels* im *Siebengebirge* erbaut ward, jetzt aber mit festeren Steinen ausgebessert wird.

Das specifische Gewicht des Trachyts ist = 2,4 bis 2,6.

Lava.

In Deutschland ist nur Lava erloschener Vulkane zu finden, z. B. in der *Eifel*, am *Kaiserstuhl* im *Breisgau*, in der *Rhön* und in *Böhmen*. Diese Laven liefern zum Theil sehr gute trockene Bau- und Chausseesteine; erstere werden sowohl roh als behauen vielfach angewendet. Berühmt ist aber besonders die poröse basaltische Lava von *Niedermendig* bei *Coblenz* durch die Mühlsteine, welche in grofsen, zum Theil unterirdischen Steinbrüchen,

aus derselben gewonnen werden. Diese Mühlsteine sind so porös, dafs sie nicht geschärft zu werden brauchen, färben aber leider das Mehl ein wenig.

Das specifische Gewicht der Laven schwankt zwischen 2,4 und 2,8, die sehr porösen sind dadurch absolut noch weit leichter.

Auch die schlackige Lava liefert oft leicht zu bearbeitende, trockene, leichte und dauerhafte Bausteine, welche mit Mörtel sehr gut binden, und selbst die einzelnen Brocken derselben sind, so wie die der Erdschlacken, zum Strafsenbau noch sehr gut zu verwenden.

Auch als Filtrirsteine können einige schlackige Lavaarten benutzt werden.

Breccie

ist nur dann ein guter Baustein, wenn das Bindemittel fest genug ist, um das Ganze gehörig zusammenzuhalten. Die festesten Breccien sind gewöhnlich die Reibungsbreccien an der Gränze plutonischer und Flötzgesteine. Einige Breccien sind zu Bauornamenten und ähnlichen Zwecken beliebt und haben besondere Benennungen erhalten, so z. B. *Breccia verde d'Egitto*, aus Bruchstücken von Granit, Porphyr und Diorit bestehend, Marmorbreccien (*violetta antica*, *Breccia dorata*, *pavonazza*, *Marmo africano*). — Auch die Puddingsteine gehören zum Theil hierher.

Conglomerat.

Von der Breccie nur durch die Abrundung der eingebackenen Fragmente unterschieden, verhält es sich in meister Beziehung ganz ähnlich wie jene, und beide gehen vollständig in einander über. Besonders erwähnt zu werden verdient das Basaltconglomerat, welches oft recht gute, auch behaubare Bausteine liefert. Sein Bindemittel kann zuweilen zur Cementbildung benutzt werden.

Die Conglomerate der Flötzformationen nähern sich gewöhnlich sehr den Sandsteinen und gehen vollständig in dieselben über. Am häufigsten ist das meist röthliche Con-

glomerat des Rothliegenden, welches vielfach sowohl im behauenen als unbehauenen Zustande als Baustein verwendet wird.

Sandstein.

Dieser gehört, wenn seine Körner fest genug mit einander verbunden sind, zu den gesuchtesten Bausteinen, er wird dann mit Leichtigkeit zu sehr vielerlei besonderen Formen verarbeitet und liefert bei gehöriger Gleichförmigkeit und Feine des Kornes auch zu mancher Bildhauerarbeit ein ganz passendes Material.

Viele Sandsteine dienen aufserdem noch zu besonderen technischen Zwecken, so die feinkörnigen und festen zu Schleifsteinen, die grobkörnigen mit sehr festem Bindemittel zu Mühlsteinen und gewisse poröse zu Filtrirsteinen, andere mit sehr wenig Bindemittel zu Gestellsteinen in Hohöfen. — Dafs gepochter weifser Sandstein als Streu- und Scheuersand benutzt wird, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Zwischen den Sandsteinen von äufserlich scheinbar gleichartiger Beschaffenheit findet doch immer noch ein grofser und wichtiger Unterschied in Beziehung auf Dauer und andere Eigenschaften statt; einige verwittern sehr leicht, andere sehr schwer oder gar nicht, einige halten sich ganz trocken, andere saugen fortwährend Feuchtigkeit aus der Luft an. Diese Unterschiede beruhen wesentlich auf der Natur des Bindemittels, und hiernach unterscheidet man überhaupt:

1) Kiesel- oder Quarzsandstein, mit kieseligem Bindemittel. Sie liefern die dauerhaftesten Bausteine, sind aber oft so schwer zu bearbeiten, dafs man sie defshalb verschmäht; einige davon geben auch gute Mühlsteine ab.

2) Thon-Sandstein, mit thonigem Bindemittel, angefeuchtet nach Thon riechend, mit Säuren nicht brausend; er ist, frisch gebrochen, oft weich und erhärtet dann an der Luft. Guter und feuerbeständiger Baustein. Die zuweilen sehr dünnschieferigen Varietäten werden auch zum Dachdecken benutzt.

3) Mergel-Sandstein, mit mergeligem Bindemittel. Mit Säuren brauset er etwas, an der Luft zieht er die Feuchtigkeit an und zerfällt leicht, defshalb liefert er nur schlechte Bausteine.

4) Kalk-Sandstein, dessen Bindemittel gröfstentheils aus Kalk besteht, welcher mit Säuren stark braust. Im frischen Zustande ist er oft weich, erhärtet aber an der Luft. Als Baustein angewendet, muss er vor der Einwirkung der Atmosphäre möglichst geschützt werden, weil er sonst durch Auswitterung des Bindemittels von der Oberfläche hinein allmählig zerfällt.

5) Eisensandstein, mit Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat als Bindemittel, welches jedoch gewöhnlich noch mit Kiesel, Thon oder Mergel gemengt ist. Nur der zugleich kieselige liefert ein dauerhaftes Baumaterial.

Das specifische Gewicht der Sandsteine schwankt zwischen 2,5 und 2,8.

Die Vertheilung dieser einzelnen Sandsteinarten in der Reihe der Flötzformationen ergiebt sich aus nachfolgender Zusammenstellung, welche bei ihrem Aufsuchen einigermafsen zum Anhalten dienen kann.

1) Die Grauwackengruppe enthält vorzugsweise quarzige und thonige Sandsteine von grauer Farbe, welche durch Beimengung von kleinen Quarz-, Kieselschiefer- und Thonschiefer-Geschieben oft in Conglomerat übergehen. Der Grauwackensandstein ist gewöhnlich ein guter, nur zuweilen zur Bearbeitung fast zu fester Baustein und kann selbst als Pflaster- und Strafsenstein benutzt werden. Der sehr feinkörnige dient als Schleif- und Wetzstein.

2) Die Kohlengruppe enthält den sogenannten Kohlensandstein mit meist thonigem Bindemittel und den Sandstein des Rothliegenden, welcher, meist eisenschüssig, thonig oder mergelig, sehr gewöhnlich in Conglomerat übergeht.

3) In der Zechsteingruppe kommen keine Sandsteine vor.

4) Die Triasgruppe enthält den bunten Sandstein und den Keupersandstein. Ersterer zeigt sich am häufigsten thonig oder eisenschüssig, doch auch kalkig, kieselig und mergelig. Er liefert sehr schöne Bausteine, aus denen die vorzüglichsten Städte des südwestlichen Deutschlands erbaut sind. Auch Schleif- und Mühlsteine werden aus ihm hergestellt, und in dünnen Platten wird er zum Dachdecken benutzt. Letzterer enthält meist thoniges und mergeliges, seltener kalkiges Bindemittel, die grobkörnigen Varietäten zuweilen auch kieseliges. — Vielfach wird er als Baustein verwendet, und gewisse sehr feinkörnige Arten benutzt man auch zur Bildhauerarbeit.

5) In der Juragruppe kommen besonders Eisensandsteine vor, weniger thonige und kalkige.

6) Die Kreidegruppe zeichnet sich durch den Quadersandstein aus, der meist thoniges, kalkiges oder quarziges Bindemittel enthält. Er liefert vortreffliche Bausteine, gute Schleifsteine, Mühlsteine und auch zu Bildhauerarbeiten nutzbare weiſse Sandsteine. Eine besondere Varietät bildet der gewöhnlich sehr mürbe Grünsandstein mit kleinen Grünerdekörnchen.

7) Die Molassegruppe, welche in der Schweiz vorherrschend aus Conglomerat und Sandstein besteht, enthält in Deutschland den Braunkohlensandstein mit zum Theil thonigem, zum Theil kieseligem Bindemittel. Die letztere Varietät ist oft so fest, daſs sie kaum bearbeitet werden kann.

Schutt, Kies, Sand und Grus.

Ueber die Anwendung derselben braucht wohl hier nichts Besonderes erwähnt zu werden. Sand und Kies sind im Diluvialgebiete sehr häufig, und in Gebirgsgegenden, wo aufgeschwemmtes Land fehlt, finden sich doch unter den ebenen Thalsohlen häufig Ablagerungen von Kies oder feinem Sand.

Mergel

gehört zu den von den Landwirthen oft sehr gesuchten Gebirgsarten, da er für gewisse Bodenbeschaffenheiten einen vortrefflichen Dünger liefert. Aber nicht Alles, was der Mineralog Mergel zu nennen berechtigt ist, hat für den Landwirth den erwähnten Nutzwerth. Ein Mergel, welcher zu Verbesserung der Felder wesentlich beitragen soll, mufs wenigstens 10 Procent kohlensauere Kalkerde enthalten; steigt aber der Kalkerdegehalt über 60 Procent, dann wird das Gestein gewöhnlich schon Kalkstein genannt und besitzt auch nicht mehr die für den Landwirth wichtigen Eigenschaften des Mergels. — Guter Mergel mufs an der Luft von selbst zerfallen, und in diesem zerfallenen Zustande wird er dann auf die Felder gestreut; er darf defshalb nicht viel Kieselerde oder Bitumen enthalten, weil beides nicht nur das Zerfallen, sondern auch die düngende Eigenschaft mindert.

Man unterscheidet:

1) Sandmergel, bei dem Quarzsand und Kalktheile vorherrschen. Er eignet sich als Verbesserungsmittel für fetten Thon- oder Lehmboden.
2) Thonmergel, mit vorherrschendem Thongehalte, für mageren Sandboden geeignet.
3) Kalkmergel, stark brausend mit Säuren. Er pafst besonders auf fetten und schweren kalkfreien Thonboden.

Der kalkreiche Mergel kann, gebrannt, gewöhnlich als hydraulischer Kalk verwendet werden, und auch der weniger kalkreiche läfst sich als Zusatz zu gebranntem Kalke verwenden, um eine Art von Cement zu bilden.

Mergel findet sich am häufigsten in den Flötzgebirgen und zwar vorzugsweise in den jüngeren; man vergleiche defshalb die Tabelle A. — Bei seiner Aufsuchung kann man sich zum Theil auch durch gewisse Pflanzen leiten lassen, die vorzugsweise auf Mergelboden wachsen, so z. B. *Tussilago farfara L.*, *Rubus caesius L.*, *Asclepias Vincetoxicum L.*, *Dipsacus silvestris Mill.* Dieses Hilfsmittel findet aber natürlich da keine Anwendung, wo man, z. B. in ebenen Ge-

genden, die Mergelschichten in gewisser Tiefe unter der Oberfläche und mit Sand oder Lehm bedeckt erwarten kann. — In solchem Falle werden wieder Versuche mit dem Erdbohrer anzustellen sein, wobei jedoch zu bedenken ist, dafs Mergel nie sehr tief liegen darf, um ihn noch mit Vortheil gewinnen zu können.

Der Kupferschiefer, welcher ebenfalls zu den Mergelarten gehört und durch seinen Kupfergehalt oft einen hohen technischen Werth erhält, findet sich nur als unterstes Glied der Zechsteinformation, ist aber überall da zu hoffen, wo die übrigen Zechsteinglieder deutlich nachgewiesen sind; nur zeigt er sich nicht überall kupferhaltig genug, um mit Vortheil abgebaut werden zu können.

Thon.

Der gemeine plastische oder Töpferthon, welcher zur Bereitung von Töpfergefäfsen und dergleichen tauglich ist, findet sich ganz besonders schön in einigen Flötzgebirgen, so in der Steinkohlen- und in der Braunkohlenformation, im Muschelkalk, im bunten Sandstein, im Jurakalk und Quadersandstein. — Sehr schöne Thonlager enthalten zuweilen aber auch die Diluvialgebilde. Die Auffindung derselben wird in der Regel mehr durch Zufall als durch absichtliches Suchen erfolgen. — Die Thonarten sind in Beziehung auf ihre technische Anwendung ziemlich verschieden. Einige sind sehr rein und plastisch und zugleich sehr strengflüfsig, andere enthalten Kalkerde und sind dann nicht feuerbeständig; noch andere sind sehr mit Kieselerde oder mit feinem Sande gemengt und dann weniger formbar, aber feuerbeständiger. — Letztere Eigenschaft besitzt z. B. der Thon von *Grofs-Almerode* in *Hessen* in hohem Grade, wefshalb die aus ihm gefertigten Schmelztiegel einen besonderen Ruf erlangt haben.

Bei der Fayence-, Steingut- und Porzellan-Bereitung wird überall möglichst reiner und dadurch strengflüssiger Thon verwendet. — Gewisser sehr reiner und weifser Thon wird zu Thonpfeifen verarbeitet und heifst defshalb Pfeifenthon; geschlemmt dient derselbe auch als weifse

Farbe. — Zu den minder wichtigen Anwendungen des Thons gehört es, dafs man ihn bei'm Schmelzprocesse als Zuschlag zu kalkigen Erzen, zur Abformung von Gegenständen und zur Aufsaugung von Fettflecken anwendet.

Mit mehr oder weniger Eisenoxyd und Sand gemengter Thon wird Lehm genannt und findet sich fast nur als Diluvialgebilde, zuweilen aber allerdings noch in ziemlich hohen Gebirgsgegenden, wo aufserdem kaum eine Spur von Diluvialgebilden vorhanden. — Man verwendet den Lehm bekanntlich zu Verfertigung der Ziegel, als Bindemittel für Mauern, zu Klebwänden, reinen Lehmwänden und dergleichen.

Zu den Thonarten kann auch die Porzellanerde gerechnet werden, welche oft durch Verwitterung aus feldspathreichen Gesteinen entstanden zu sein scheint; sie findet sich defshalb besonders an den Rändern von Granit, Porphyr, Granulit und Phonolith. — Der verhärtete Thon oder Thonstein, welcher meist sandig ist und in Sandstein oder Conglomerat übergeht, findet sich am häufigsten im Rothliegenden und liefert vortreffliche Bausteine, welche sich leicht bearbeiten lassen.

Walkerde

findet sich gewöhnlich nur in der Nähe von Grünsteinpartieen, aus deren Zersetzung sie in den meisten Fällen hervorgegangen sein dürfte. — Ihre Anwendung bei'm Tuchmachen und zur Beseitigung von Fettflecken ist bekannt, ihre Auffindung dem Zufalle zu überlassen.

Der Walkerde nahe verwandt ist Bolus, der sich vorzüglich in basaltischen Wacke- und Tuff-Gesteinen findet. Er dient nicht nur sehr gut zur Beseitigung von Fettflecken, sondern wird auch als bräunliche Farbe benutzt.

Vulkanischer Tuff

findet seine vorzüglichste Anwendung bei der Cement- oder Wassermörtelbereitung, indem man ihn gepulvert mit $1^{1}/^{2}$ bis $2^{1}/_{2}$ Theilen Kalk mengt. Der berühmteste zu

diesem Zwecke ist der sogenannte Trafs aus der Gegend von *Andernach* am Rhein. Auch am *Habichtswald* in *Hessen* und im *Riesgau* in *Baiern* kommen ähnliche Gesteine vor, welche, wenn auch in geringerem Grade, zu demselben Zwecke geeignet sind. — Der vulkanische Tuff liefert zugleich leichte und trockene, gut bearbeitbare und feuerfeste Bausteine, welche nur nicht sehr grofsem Drucke ausgesetzt werden dürfen. Ein ebenfalls unweit *Andernach*, bei *Rieden* brechender vulkanischer Tuff zeichnet sich durch besonders grofse Feuerbeständigkeit aus; man fertigt aus ihm ganze Backöfen und Feueressen und nennt daher in jener Gegend das Gestein auch Backofenstein.

Uebersicht der Benutzung der Gesteine.

Nachdem wir im Vorstehenden die Gesteine einzeln durchgegangen und dabei bemerkt haben, wozu ein jedes vorzugsweise brauchbar ist, dürfte es jetzt zweckmäfsig sein, ganz kurz die verschiedenen Benutzungsweisen von Gesteinen überhaupt zusammenzustellen und dabei überall anzugeben, welche Gesteine vorzugsweise in Anwendung kommen.

Es werden benutzt:

A.) Als Baumaterialien.

1) Zu Mauern.

a.) Im rohen Zustande: Kalkstein, Kalktuff, Rogenstein, Dolomit, Thonschiefer, Glimmerschiefer, Gneifs, Granit, Syenit, Grünstein, Porphyr, Melaphyr, Basalt, Phonolith, Trachyt, Lava, Breccie, Conglomerat, Sandstein, vulkanischer Tuff. Lehm- und Dammerde werden zu Pisée-Wänden verarbeitet.

b.) Im behauenen Zustande: Kalkstein, Kalktuff, Rogenstein, Dolomit, Granit, Syenit, Porphyr, Thonstein, Trachyt, Lava, Breccie, Conglomerat, Sandstein, vulkanischer Tuff.

c.) Im getrockneten und gebrannten Zustande: Lehm und Thon als Luftziegel oder gebrannte Ziegel, Mörtelsteine.

2) Zum Strafsenbau eignen sich besonders:
Dichter Kalkstein, Quarz, Kieselschiefer, Hornstein, Feuerstein, feinkörniger Granit und Syenit, dichter und körniger Grünstein, Porphyr, Melaphyr, Basalt, Lava, Erdschlacke, quarziger Sandstein. Kies und Sand für Gartenwege.

3) Zum Decken von Gebäuden:
Kalkschiefer, Thonschiefer, Grauwackenschiefer, Glimmerschiefer, Quarzschiefer, Phonolith, dünnplattiger Sandstein, gebrannter Thon als Ziegel, Asphalt als Composition, Lehm zu Lehmschindeldächern.

4) Als Bindemittel bei'm Bauen:
a.) im rohen Zustande: Lehm, Thon, Asphalt, Trafs als Zusatz zu Wassermörtel,
b.) gebrannt als Mörtel oder Sparkalk: Kalk und Gyps,
c) zu Wasserbauten: Thon, Cement, Asphalt.

5) Als Bauornamente, zu Simsen, Verzierungen und Statuen:
Gyps roh oder gebrannt, Marmor, Kalktuff, Granit, Syenit, Porphyr, Serpentin, Breccie, Sandstein, gebrannter Lehm und Thon.

B.) Als Düngematerialien.

1) Im rohen Zustande: Thon, Gypsmehl, Mergel, vorweltliche Excremente aus Höhlen.
2) Im gebrannten Zustande: Kalk, Mergel, Braunkohle, Steinkohle, Torf, Thon und Lehm.

C.) Als Brennmaterial.

Anthracit, Steinkohle, Braunkohle, Torf, Asphalt und Erdöl.

D.) Zu anderen gewerblichen Zwecken.

1) Nur mechanisch bearbeitet:
a.) als Mühlsteine: poröses Quarzgestein, Porphyr, Granit, basaltische Lava (schlackiger Basalt), Sandstein.
b.) Als Schleif- oder Wetzsteine: Kalkstein, Grauwackenschiefer, Sandstein.

c.) Als Schleif-, Putz- und Polir-Material: Kreide, Schmirgel, Sand, Klebschiefer, Polirschiefer, Trippel, Röthel, rother Glaskopf (sogenannter Blutstein), Bimsstein, Steinmark.

d) Als Schreib- oder Farbenmaterial: Kreide, Gelberde, Röthel, d. i. Rotheisenstein, Zeichnenschiefer (Schieferstift), Graphit, Speckstein (auf Glas und Tuch), Thon.

e) Zur Verfälschung des Bleiweifses wird gepulverter Schwerspath angewendet.

f) Als Filtrirstein für zu reinigendes Wasser u. dergl. benutzt man gewisse Kalksteine, Dolomite, Porphyre, Laven, Bimssteine und Sandsteine.

g) Um Fettflecke aufzusaugen, werden Thon, Walkerde oder Bolus angewendet.

h) Zum Feueranschlagen verwendet man Feuerstein, Hornstein, Jaspis, Achat und Eisenkies,

i) Probirsteine macht man aus Kieselschiefer, Basalt und Grünstein.

k) Zur Lithographie dient dichter Kalkstein, auf welchem theils mit der Nadel radirt, theils mit Hilfe von Säuren geätzt wird.

l) Als Bindemittel werden, wie erwähnt, im rohen Zustande verwendet: Lehm, Thon, Asphalt, Sand, Mergel oder pulverisirter Trafs, letzterer nur als Beimengung des Mörtels.

m) Salzsoole liefern Steinsalz oder Salzthon, deren Auflösung theils durch die Natur, theils durch Kunst (durch Sinkwerke) veranlafst wird.

n) Salpeter-, Salz- und Schwefellager werden zum Theil unmittelbar benutzt.

2.) Chemisch bearbeitet:

a) Zu Darstellung der Metalle durch Schmelzung oder Amalgamation: Erze aller Art.

b) Zu Herstellung des Glases: Quarz, Feuerstein, Basalt, Grünstein; im Fichtelgebirge haben gewisse Grünsteine, weil man dunkle Knöpfe, „Batterle“, aus ihnen

schmilzt, sogar einen besonderen Namen, „Batterlestein,“ erhalten.

c) Zu Herstellung des Porzellans: Porzellanerde, Feldspath, Quarz und Thon.

d) Zu Herstellung von Mörtel, Cement und Sparkalk: Kalkstein, Sand, Kies, Trafs, Mergel und Gyps.

e) Zu Auslaugung von Alaun und Vitriol: Alaunschiefer und Braunkohle.

f) Als Zuschlag bei'm Schmelzprocefs: Kalkstein, Quarz, Thonschiefer, Basalt, Mergel und Thon.

E.) Zu feineren Kunstwerken und Geräthschaften.

1) Zu Statuen: Alabaster, Marmor, Sandstein, seltener Granit, Syenit, Porphyr, Serpentin, Basalt.

2) Zu Geräthschaften: Alabaster, Marmor, Serpentin, Achat, Jaspis, Meerschaum, *Terra sigillata,* Obsidian, Steinkohle (Gachat), Bildstein, Bernstein, Speckstein, Granit, Syenit, Grünstein, Porphyr, Basalt.

3) Als Schmuck: alle Arten Edelsteine.

F.) Quellen.

Den Gebirgsarten entströmen, je nach ihrer Zusammensetzung, freiwillig oder durch Bohrlöcher: reines Wasser, Mineralwasser von sehr verschiedener Temperatur und verschiedenem Gehalt (zum Theil Salzsoolen), Naphtha oder Bergöl, kohlensaueres Gas, Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoffgas (Brenngas).

Anderweite praktische Anwendungen der Geognosie.

Die Geognosie läfst sich nicht blofs als Leiterin bei Aufsuchung und Bestimmung einzelner Gesteine anwenden, sondern ihre Lehren und Erfahrungen kommen auch bei gewissen technischen Unternehmungen in Frage, über deren Ausführbarkeit sie oft zum Theil oder ganz entscheiden können. — Dahin gehören z. B. Anlagen von Straßen, Eisenbahnen, Kanälen und artesischen Brunnen.

Kunststrafsen

setzen nicht nur zu ihrer oberen Bedeckung passende Gesteine voraus, über deren Anwesenheit sich am leichtesten mit Hilfe geognostischer Kenntnisse urtheilen läfst, sondern ihre Anlage erfordert zuweilen auch so tiefe Einschnitte in die Oberfläche, oder Wegsprengungen von Felsen, dafs es allerdings von grofser Wichtigkeit ist, im Voraus beurtheilen zu können, wie grofse Hindernisse der innere Gebirgsbau ihnen etwa in den Weg legen dürfte, um darnach zu beurtheilen, welche Richtung in zweifelhaften Fällen die vortheilhaftere sein möchte, oder welche Kosten zu erwarten sind. Diese letzteren Beurtheilungen werden in noch viel höherem Grade bei Anlage von

Kanälen und Eisenbahnen

eintreten, weil diese ihrer Natur nach oft ein noch viel tieferes Eindringen in die Erdoberfläche nöthig machen. Namentlich wird es in den Fällen, wo Tunnel nöthig sind, von grofser Wichtigkeit sein, im Voraus zu wissen, welche Gesteine man zu durchbrechen hat, da aufserdem ein nicht erwartetes besonders festes Gestein wohl drei- bis viermal mehr Kosten verursachen könnte, als man, durch die oberflächlichen Gebilde verführt, annehmen zu müssen geglaubt hatte. Der geübte Geognost wird aber in solchen Fällen nicht nur wissen, welche Gesteine zu durchbrechen sind, sondern er wird mit Hilfe der Lagerungslehre oft sogar genau beurtheilen können, welche Ausdehnung ein jedes Gestein in der Tiefe des Tunnels einnimmt.

Artesische Brunnen.

Die Anlage von artesischen Brunnen, welche neuerlich fast zur Modesache geworden ist, beruht ganz auf dem hydrostatischen Gesetze, nach welchem Wasser in communicirenden Röhren gleich hoch steigt. Es hängt demnach die Möglichkeit jedes artesischen Brunnens von gewissen Bedingungen des inneren Gebirgsbaues ab, die sich ziemlich genau bezeichnen lassen, und aus diesem Grunde kann

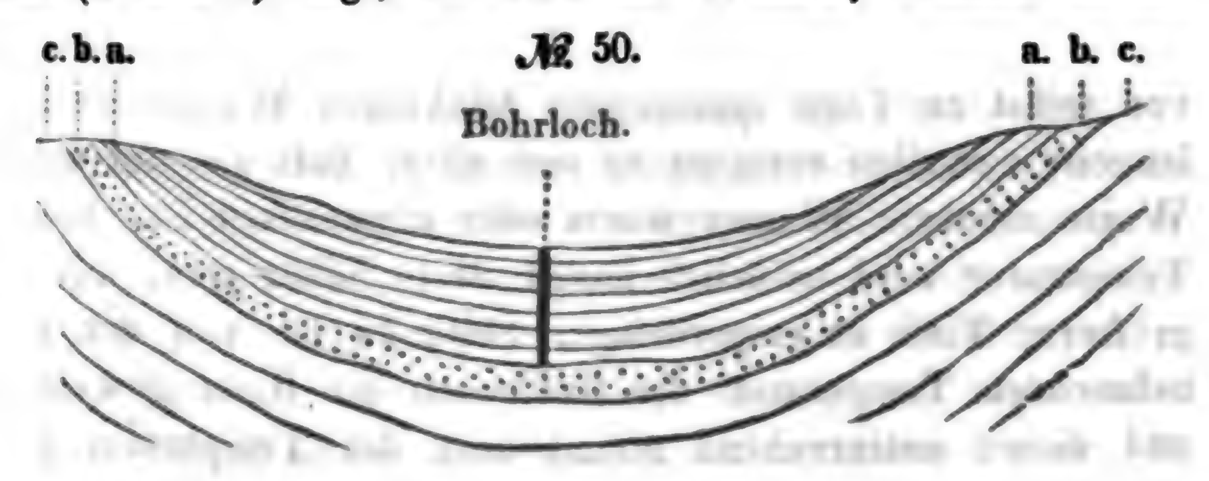
man mit einigen geognostischen Kenntnissen jederzeit beurtheilen, ob in irgend einer Gegend ein solcher Brunnen möglich oder wahrscheinlich zu erlangen ist; ja zuweilen wird man sogar die Tiefe ungefähr im Voraus bezeichnen können, in welcher er zu hoffen steht. Auch bei diesen Unternehmungen kann demnach die Geognosie oft von unnützen Geld- und Zeitverschwendungen abhalten, zu denen die lockende Hoffnung, springendes Wasser zu erhalten, schon so Manchen verleitet hat, oder sie kann auf der andern Seite wahre Hoffnungen begründen und in klares Licht setzen.

Die Bedingungen, welche erfüllt sein müssen, um einen artesischen Brunnen herstellen zu können, sind im Allgemeinen folgende:

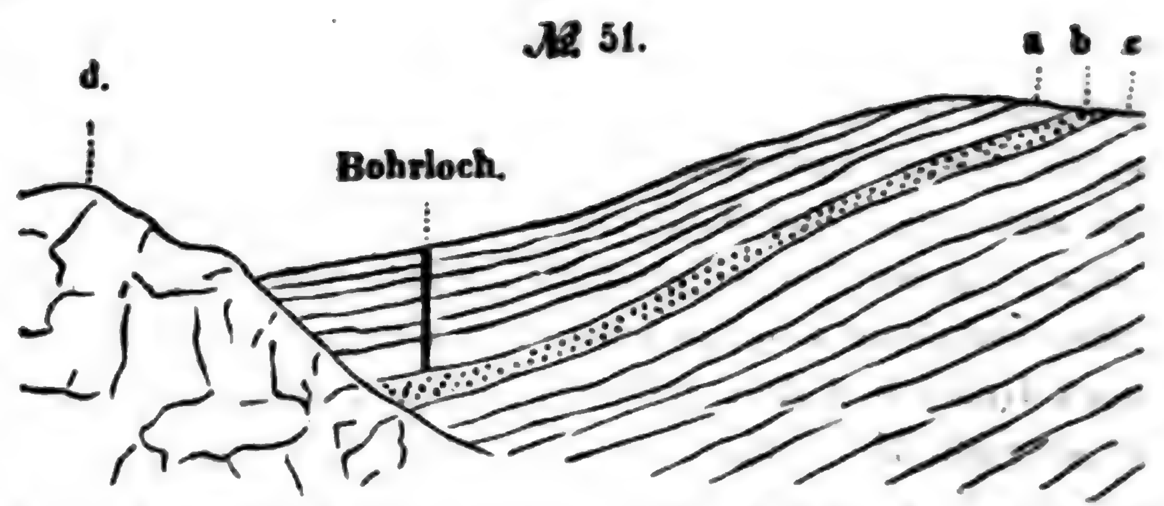
1.) Es mufs in einem höher als der Bohrpunkt gelegenen Niveau der Umgegend Wasser in die Erde eindringen.
2.) Dieses Wasser mufs unterirdische Verbindungswege bis unter den Bohrpunkt vorfinden, und darf
3.) in oder unter dem Niveau des Bohrpunktes keinen natürlichen oder künstlichen Ausweg finden, welcher der oben zufliefsenden Quantität entspricht.

Diese drei allgemeinen Bedingungen können nun auf verschiedene Weise erfüllt sein. Am gewöhnlichsten werden dieselben im Gebiete der Flötzgebirge durch die besondere Lage und abwechselnde Natur der Schichten hervorgerufen. Wenn nämlich irgend eine wasserdurchlassende, z. B. sandige Schicht (*b*) in etwas geneigter Stellung zwischen zwei wasserdichten (z. B. thonigen) Schichten (*a* und *c*) liegt, so wird das Wasser, welches in das

№ 50.



№ 51.



obere Ausgehende der ersteren (*b*) eindringt, dieselbe bis zu ihrem tiefsten Punkte erfüllen, und wenn es hier keinen oder keinen hinreichenden Ausweg findet, sei es nun wegen muldenförmiger Lagerung, oder wegen Anlagerung der Schichtenausgehenden an ein festes Gestein, so wird das Wasser in diejenige Spannung gerathen, welche erforderlich ist, um einen artesischen Brunnen zu erzeugen; man braucht dann nur die obere wasserdichte Schicht zu durchbohren, um sogleich einen freiwillig springenden Quell zu erhalten. Dieselben allgemeinen Bedingungen, die in diesem besonderen Falle durch Schichtungsverhältnisse erfüllt werden, können aber allenfalls auch durch bloſse Klüfte in Massengesteinen hervorgebracht werden; nur ist dieser Fall in der Natur ungleich seltener und wird sich auch fast nie im Voraus beurtheilen lassen wie jener. Während man daher in Flötzgebirgsgegenden oft mit groſser Zuverlässigkeit das Gelingen der Anlage von artesischen Brunnen vorauszubestimmen vermag, wird dasselbe in Gegenden, wo Schiefer- oder Massengesteine herrschen, nur vom Zufall abhängen und im Allgemeinen unwahrscheinlich sein.

Der gewöhnliche Zweck der artesischen Brunnen ist, von selbst zu Tage springendes trinkbares Wasser zu erlangen; zuweilen ereignet es sich aber, daſs das auf diese Weise erbohrte Wasser warm oder mineralisch ist. Seine Temperatur wird natürlich immer desto höher sein, aus je gröſserer Tiefe es empordringt. Seite 14 ist von der zunehmenden Temperatur des Erdinnern die Rede gewesen, und dieser entsprechend nimmt auch die Temperatur des

aus der Tiefe kommenden Wassers zu. Zuweilen steigt die letztere zwar in einem gröfseren Verhältnisse, dann wird man aber anzunehmen haben, dafs das Wasser durch zufällige Spalten aus noch gröfserer Tiefe emporkommt, als das Bohrloch erreicht hat. Man hat schon jetzt zuweilen so aufserordentlich warmes Wasser erbohrt, dafs man von dieser Temperatur einen technischen Gebrauch machen konnte, wie das Seite 15 erwähnte Beispiel zeigt. Nicht unwahrscheinlich wird man künftig noch viel häufiger von dieser höheren Temperatur des Erdinneren Nutzen ziehen, und es dürfte gar nicht in den Bereich der unpraktischen Hypothesen gehören, anzunehmen, dafs man einst sehr allgemein von der Erdwärme Gebrauch zur Heizung machen werde.

Mineralisch werden die artesischen Quellen dann, wenn ihr Wasser auf seinem Wege mit auflöslichen Mineralsubstanzen in Berührung kommt. In Flötzgebirgen ist das Kochsalz die häufigste dieser Substanzen, und daher kommt es denn auch, dafs zuweilen statt Trinkwasser Salzsoole erbohrt wird. — Auch gehören die mit Absicht erbohrten Soolquellen zum Theil ganz in die Kategorie der artesischen Brunnen.

Bodenkunde.

Der Boden, worin die Pflanzen wurzeln, entstand und entsteht überall durch Verwitterung der die Oberfläche berührenden Gesteine und durch Mengung ihrer verwitterten Theile mit verwes'ten Organismen (Humus). — Dieses Gemenge, welches man Dammerde nennt, besteht sonach wesentlich aus

1) feinen erdigen mineralischen Theilen (zersetzten, verwitterten Mineralien),
2.) feineren oder gröberen unzersetzten Gesteinsbrocken (Grus, Sand und Steinen) und
3) verwes'ten organischen Körpern (Humus).

Das Bodengemenge findet sich entweder, und zwar am häufigsten, an der Stelle, wo es entstand, und ist dann von der örtlichen Natur der Gesteine abhängig, oder es ist durch Wasser zusammengeschwemmt und somit weder auf der Stelle seiner Entstehung befindlich, noch von den unterliegenden Gebirgsarten abhängig. Ersteres nennt man Verwitterungs-Boden, letzteres angeschwemmten Boden.

Abgesehen von den Muttergesteinen, woraus der Boden entstanden ist, unterscheiden wir hier nach ihren vorherrschenden Bestandtheilen (Thonerde, Kieselerde, Kalkerde, Talkerde, Eisenoxyd und Humus) folgende Bodenarten:

1.) Thonboden,
2.) Lehmboden,
3.) Sandboden (feinen oder groben),

4.) Kalkboden,
5.) Mergelboden,
6.) Gypsboden,
7.) Talkboden und
8.) Humusboden.

Da nun aber diese Bodenarten sämmtlich in einander übergehen und folglich die verschiedenartigsten Zwischenstufen gefunden werden, so erhalten sie die näher bezeichnenden Zusätze thonig, lehmig, sandig, kalkhaltig, kalkig, mergelig, gypsig, talkig, humusarm, humusreich, humos, eisenschüssig, salzig, über deren relative Anwendung in den Schriften über Bodenkunde sehr verschiedene und zum Theil ganz inconsequente Grundsätze aufgestellt sind. Wenn auch in der Praxis nicht viel auf die ganz genaue procentale Bestimmung der Bodenbestandtheile ankommen mag, so wäre es doch wünschenswerth, dafs in diese Skala etwas mehr Uebereinstimmung gebracht würde.

Den Gehalt an im Wasser erweichenden Theilen (Thon und Humus) ermittelt man am sichersten durch bis zum Klarablaufen des aufgegossenen Wassers wiederholtes Abschwemmen, bei welchem Verfahren freilich leicht auch feiner Sand, besonders leichter Glimmersand, mit abgeschwemmt werden kann. Der Humusgehalt der eingetrockneten und gewogenen Schlemmproducte läfst sich dann durch den Gewichtsverlust nach dem Ausglühen der Masse finden. Da jedoch dieses Verfahren etwas umständlich ist, ohne deshalb zu ganz genauen Resultaten zu führen, so werden es praktische Forst- und Landwirthe wohl nur einigemal zur Uebung ausführen, um sich dadurch eine Art von Mafsstab für spätere Schätzungen zu bilden.

Hier folgt nun eine Charakteristik der Bodenarten zunächst ganz ohne Berücksichtigung der Gesteine, aus denen sie entstanden sind.

1. Thonboden,

vorherrschend aus Thon- und Kieselerde bestehend.

Reiner Thonboden ist stark bindend und wasserhal-

tend, schwer zu bearbeiten, im nassen Zustande schmierig, im trockenen fest und stark zerklüftend, fettig anzufühlen und mit dem Fingernagel glättbar. Seine Farbe ist weifs, graulich, blaulich oder gelb. Er mengt sich schwer mit dem durch Vegetation darauf entstehenden Humus, schützt aber den einmal gut untergemengten Dünger lange gegen Verzehrung. Er ist ein schlechter Wärmeleiter, wefshalb er im Frühjahre sich später erwärmt, im Herbste aber die empfangene Wärme länger in sich erhält, als anderer Boden.

Der reine Thonboden ist mehr oder weniger fett oder mager, je nachdem er mehr oder weniger Kieselerde (nicht als Sand, sondern als Erde) enthält; der reinste Thon enthält davon immer noch über 50 Procent, der gewöhnliche Töpferthon 60 bis 70 Procent und nur 30 bis 40 Procent Thonerde.

Durch Beimengung von Sand oder Grus entsteht sandiger Thonboden, welcher, weniger bindend und wasserhaltend, leichter zu bearbeiten und ein besserer Wärmeleiter ist als der reine Thonboden.

Durch Beimengung von mehr als 4 Procent fein zertheilten kohlensauren Kalks entsteht mergeliger Thonboden, welcher, ebenfalls weniger bindend, dem Humus und dem Temperaturwechsel leichter zugänglich ist.

Sind dem Thone kleine Kalksteinbrocken beigemengt, so wird er kalkig genannt.

Eisenoxydreichen Thonboden nennt man eisenschüssig; die Eigenschaften des Thones werden dadurch nicht verbessert.

Diese drei genannten Beimengungen zusammengenommen veranlassen den Uebergang des Thonbodens in den Lehmboden.

Dafs der humose Thonboden durch Beimengung von Humus, und der salzige durch Salzgehalt charakterisirt wird, versteht sich von selbst.

2. Lehmboden.

Ebenfalls vorherrschend aus Thonerde und Kieselerde

bestehend, entsteht derselbe, wie erwähnt, durch Beimengung von Sand und Eisenoxyd, oder Sand, Kalk und Eisenoxyd zum Thon. Sein Anfühlen im trockenen Zustande kann immer noch fein sein, aber nicht fettig; mit dem Fingernagel gestrichen glättet er sich nicht mehr, im nassen Zustande besitzt er einige Formbarkeit, ohne zäh zu sein. Seine Farbe ist gelblichgrau oder gelblichbraun. Hinsichtlich seiner physikalischen Eigenschaften steht er in der Mitte zwischen Thon und Sand und bildet, besonders wenn er etwas kalkhaltig und humusreich ist, den unter allen Umständen fruchtbarsten Boden. — Krutzsch sagt darüber: „Wie auch die Jahreswitterung sei, er hält sich weder zu „nafs, noch zu trocken, ist weder zu locker, noch zu „verschlossen, weder zu heifs, noch zu kalt, er nimmt die „atmosphärischen Niederschläge leichter auf als der Thon- „boden und hält in der Verdunstung das rechte Mafs. „Nach einer Reihe trockener und nasser Jahre ist daher „die Summe seines Ertrages stets die gröfste."

Der fruchtbarste ist natürlich der humose Lehmboden, alle anderen Beimengungen vermindern, sobald sie vorherrschend werden, die durchschnittliche Fruchtbarkeit, doch zeigt sich in nassen Jahren der sandige (mit 60 — 70 Procent Sand) und der mergelige Lehmboden fruchtbarer als der von mittlerer Mengung. Grofser Eisengehalt und Salzgehalt vermehren unter keinerlei Umständen die Fruchtbarkeit des Lehmbodens.

3. Sandboden.

Vorherrschend aus Kieselerde bestehend.

Sandboden enthält wenigstens 70 Procent Sand, der Rest sind abschwemmbare thonige oder erdige Theile. Der Sand selbst besteht gewöhnlich aus Quarz, doch enthält er auch Glimmerblättchen oder verwitterte Feldspathbröckchen, in welchem letzteren Falle er sich dann dem nähert, was man Grus nennt und was namentlich unmittelbar aus der Verwitterung granitischer Gesteine entsteht. Höchst feiner lockerer Sandboden wird auch Flugsand genannt.

In Beziehung auf die physikalischen Eigenschaften ist

der Sandboden ganz das Gegentheil des Thonbodens. Luft-, Wasser- und Temperatur-Wechsel erfolgen schnell. Er trocknet defshalb leicht aus und wird zu heifs. Die Bearbeitung des Sandbodens ist leicht, aber er consumirt viel Dünger und artet defshalb im unkultivirten Zustande oft in unfruchtbaren Boden aus, wovon die Sandwüsten Beispiele liefern. Als Waldboden eignet sich der reine Sandboden besonders für genügsame Holzarten, wie Kiefern und Birken; doch wachsen, wo es ihm nicht an Feuchtigkeit fehlt, auch Eichen und Buchen üppig darin.

Jede beträchtliche Beimengung von Thon, Lehm oder Humus erhöht die Fruchtbarkeit des Sandbodens aufserordentlich; auch der mergelige Sandboden (mit 4 bis 6 Procent Mergel) ist fruchtbarer als der reine; dagegen zeigt sich der kalkige, eisenschüssige und salzige zuweilen noch dürrer, hitziger, oder der Vegetation ungünstiger als der ziemlich reine in einigermafsen feuchter Lage.

4. Kalkboden.

So nennt man einen Boden, der über 60 Procent kohlensauere Kalkerde enthält. Ist der Kalkgehalt geringer und herrscht Thon oder Lehm vor, so ist es ein mergeliger Kalkboden, herrscht Sand (15 bis 30 Procent) vor, ein sandiger, herrscht Humus vor, ein humoser Kalkboden. Die Bestimmung des Kalkgehaltes kann am befsten auf die Seite 473 angegebene Weise durch Auflösung eines bestimmten Gewichtstheiles des Bodens in verdünnter Salzsäure und Fällung der kohlensaueren Kalkerde mit kohlensaurem Kali erfolgen.

Der reine Kalkboden erhitzt sich leicht und stark, ist daher zum Austrocknen geneigt und ähnelt in dieser Beziehung dem Sandboden. Am günstigsten gestalten sich die Vegetationsverhältnisse auf dem thon- oder lehmhaltigen mergeligen Kalkboden, so wie auf der andern Seite Kalkerde die befste Beimengung für den Thonboden ist.

5. Mergelboden.

Krutzsch nennt ein thoniges, lehmiges oder sandiges Bodengemenge kalkhaltig, wenn es 1 bis 10 Procent, mergelig, wenn es 10 bis 20 Procent, Mergel, wenn es 20 bis 60 Procent, Kalkboden aber, wenn es mehr als 60 Procent kohlensauere Kalkerde enthält.

Mergel ist stets eine Verbindung von Kalk und Thon; je nachdem der eine oder andere Bestandtheil vorherrscht, nennt man ihn kalkig, thonig oder lehmig; tritt viel Sand hinzu, so heifst man ihn sandig, mit Humus humos; an Meeresküsten und in der Nähe von Salzquellen ist er zuweilen salzig. Eigentlicher Mergel zerfällt an der Luft, der daraus entstandene Boden ist leicht bearbeitbar und fruchtbar.

6. Gypsboden.

Der reine Gypsboden mit mehr als 60 Procent Gyps ist selten, und sehr unfruchtbar; werden aber die Beimengungen von Kalk, Thon oder Lehm überwiegend, so erlangt der Gypsboden dadurch zuweilen eine grofse Fruchtbarkeit.

7. Talkboden.

Reiner Talkboden, mit vorherrschendem Talkgehalte, findet sich nur auf Talkschiefer; seine Fruchtbarkeit ist sehr gering. Mit Lehm oder Thon gemengt, wird er zum lehmigen oder thonigen Talkboden. Kalkiger und mergeliger Talkboden entsteht namentlich aus der Verwitterung des Dolomites; er enthält gewöhnlich 10 bis 20 Procent kohlensauere Talkerde, ist locker und fruchtbar und scheint namentlich das Wachsthum von Flachs und Hanf zu begünstigen.

8. Humusboden.

Dahin können alle die angeführten Bodenarten gerechnet werden, wenn sie mehr als 20 Procent Humus enthalten. Daher die Benennungen lehmiger (mit 20 bis 50 Procent Lehm), thoniger (mit 20 bis 50 Procent Thon), sandiger (mit 20 bis 50 Procent Sand), kalkiger (mit

5 bis 20 Procent Kalk) und mergeliger (mit 10 bis 20 Procent Mergel) Humusboden. Ist der Humusgehalt geringer als 20 Procent, so werden die unter 1 bis 7 beschriebenen Bodenarten bei weniger als 10 Procent Humus humusarm, bei 10 bis 15 Procent humusreich und bei 15 bis 20 Procent humos genannt. Reiner Humusboden besteht zuweilen fast ganz aus organischen Resten; in diesem Falle sind aber wieder wesentlich zu unterscheiden

1.) milder Humusboden,
2.) saurer Humusboden (Moorboden), und
3.) adstringirender Humusboden (Haideboden).

Der erstere ist der wirklich und fast absolut fruchtbare. Die letzteren beiden sind an und für sich keinesweges fruchtbar, sondern bedürfen erst zweckmäfsiger Mengung und Bearbeitung, um fruchtbar zu werden. Der Moorboden enthält nämlich freie Humussäure und der *Haideboden* Gerbestoff, welche auf die Vegetation nachtheilig einzuwirken scheinen.

Rückblick.

Die vorstehenden Bodeneintheilungen sind in der Natur niemals scharf begrenzt aufzufinden; auch kann eine solche Skala überhaupt nur dazu dienen, den Gegenstand übersichtlicher zu machen. — Bei der praktischen Beurtheilung der Bodenarten kommt es auf 1 oder 2 Procent eines Bestandtheiles mehr oder weniger nicht an; defshalb mag auch vorläufig diese noch keinesweges sehr logisch geordnete Eintheilung genügen, bis die Untersuchungen und Erfahrungen über diesen Gegenstand eine gründlichere Bearbeitung verstatten. Dieselbe Entschuldigung mufs ich überhaupt für den ganzen Abschnitt der Bodenkunde in Anspruch nehmen, da ich wohl fühle, wie schwach er auch für eine flüchtige Uebersicht ist. Die praktische Forst- und Landwirthschaft mufs uns erst mehr tüchtige Erfahrungen liefern, ehe wir es wagen können, die Bodenkunde als systematisch geordnete Wissenschaft aufzustellen.

Standort.

Bevor ich nun zu der Betrachtung der einzelnen

Gebirgsarten rücksichtlich ihrer Bodenbildung übergehe, scheinen noch einige Erörterungen und Begriffsbestimmungen nöthig, welche sich nicht auf den Boden an und für sich allein, sondern überhaupt auf das beziehen, was Forst- und Landwirthe „Standort“ nennen.

Obergrund und Untergrund.

Unter Obergrund wird die eigentliche Bodenkrume verstanden, insoweit sie aus einerlei Mengung besteht. Unter ihr beginnt der Untergrund. Der Obergrund (die Bodenkrume), welche zu einer der oben beschriebenen Bodenarten zu rechnen ist, kann nun aber außer dem lockeren Boden mehr oder weniger feste Steine enthalten; hiernach nennt man ihn:

1.) nicht-steinig, wenn keine oder doch nur wenige Steine darin sind;
2.) etwas steinig, wenn die Masse der Steine etwa ein Viertheil so viel ausmacht als die der Bodenkrume überhaupt;
3.) steinig, wenn das Verhältniſs von Steinen und wirklichem Boden ungefähr ein gleiches ist;
4.) sehr steinig, wenn die Steine überwiegen.

Je nach der Dicke des Obergrundes nennt man den Boden:

1.) sehr flachgründig, bei 1 bis 3 Zoll Tiefe,
2.) flachgründig, bei 3 bis 6 Zoll Tiefe,
3.) ziemlich tiefgründig, bei 6 bis 9 Zoll Tiefe,
4.) tiefgründig, bei 9 bis 12 Zoll Tiefe und
5.) sehr tiefgründig, bei mehr als 12 Zoll Tiefe.

Der Untergrund besteht aus lockeren oder festen Gesteinen, welche näher zu bezeichnen sind. Auſser ihrem Festigkeitsgrade und ihrer Zusammensetzung kommen aber auch die Structurverhältnisse derselben in Rücksicht, welche durch ihr Verhalten gegen Wasser u. s. w. von wesentlichem Einflusse auf die Fruchtbarkeit sein können. Zuweilen fehlt die Bodenkrume ganz, und der Untergrund ragt als Felsen frei zu Tage.

Bodenbedeckung.

Für den Waldboden ist auch die Art der Bedeckung ein sehr wichtiger Umstand, und oft läfst dieselbe schon ziemlich sicher auf die Natur des Bodens selbst schliefsen, da sie (einmal vorhanden) nicht nur auf seine Fruchtbarkeit rückwirkt, sondern auch ursprünglich von seiner Natur und Fruchtbarkeit bedingt wird.

1.) Auf den schlechtesten Boden läfst eine Bedeckung mit blofsen Flechten schliefsen.

2.) Schon etwas besseren, aber immer noch schlechten Boden bezeichnen Moose, Haide, Heidelbeeren und Preufselbeeren, wobei natürlich ein dürftiger Zustand derselben einen noch schlechteren Grad ausdrückt als ein üppiger.

3.) Eine mittlere Bodenbonität verrathen die gewöhnlichen Waldgräser, Schmielen, Binsen u. s. w.

4.) Guten Boden bezeichnen z. B. der Sauerklee, die Waldrebe, die Himbeere, die Tollkirsche u. s. w. und zwar um so besseren natürlich, je üppiger sie gedeihen.

Diese verschiedenartigen Bodenbedeckungen sind aber, wie erwähnt, nicht nur Verräther der Boden-Qualität, sondern sie wirken auch selbst durch den Zustand ihrer gröfseren oder geringeren Verfilzung auf die Kulturfähigkeit desselben und auf die Wachsthumsverhältnisse der jungen Pflanzen ein.

Lage.

Es ist hier nicht von der allgemeinen geographischen Lage, von Breitegraden und Höhen über dem Meere die Rede, deren Berücksichtigung mehr der physikalischen Geographie und Atmosphärologie angehört, sondern nur von der örtlichen Gestalt und Neigung der Bodenoberfläche. Es kann diese letztere nämlich entweder im Allgemeinen eben oder uneben, horizontal (waagerecht) oder geneigt sein; im letzteren Falle sind noch zu bestimmen die Richtung und der Grad der Neigung, erstere nach den Himmelsge-

genden: östlich, westlich, südlich und nördlich u. s. w., die letztere nach Graden, indem man

1 — 5° Neigung sanft abhängig,
5 — 10° - mäfsig steil,
10 — 15° - steil,
15 — 20° - sehr steil,
20 — 40° - aufserordentlich steil

nennt. Unter mehr als 40 Grad Neigung bleibt Boden kaum noch liegen, und er ist schon von 35 Grad an unkultivirbar.

Feuchtigkeitszustand.

Man hat zur Bezeichnung desselben ganz passende Ausdrücke, deren hier folgende Bestimmungen sich auf den Zustand des Bodens bei gewöhnlichem Witterungsverlauf beziehen.

Man nennt einen Boden nach Krutzsch:

1.) dürr, wenn er in gewöhnlichen trockenen Zeiten nicht so viel Feuchtigkeit enthält, dafs er dadurch dunkler gefärbt wird, wenn er von Ansehen und Anfühlen aschenartig ist;
2.) trocken, wenn er zwar in einiger Tiefe eine dunklere Färbung hat, aber, in der Hand gedrückt, kein Gefühl der Feuchtigkeit durch Kühlung giebt;
3.) frisch, wenn man ihn feucht und kühlend in der Hand fühlt und wenn er zugleich eine lebhafte dunkle Färbung hat;
4.) nässend oder netzend, wenn bei dem Zusammendrücken in der Hand Feuchtigkeit an der Haut zurückbleibt;
5.) sumpfig, wenn das Wasser tropfenweise ausgedrückt werden kann.

Elemente der Bodenfruchtbarkeit.

Suchen wir nun alle die einzelnen Beziehungen, welche auf die Fruchtbarkeit des Bodens einwirken, zusammenzustellen, so ergiebt sich, dafs es ungefähr folgende sind:

Die Pflanzenwurzeln bedürfen einen gewissen Raum zur Ausbreitung; dieser wird besonders durch die Dicke

oder Tiefgründigkeit des Bodens bedingt; indem sie ihn durchdringen, haben sie je nach seiner Bindigkeit oder Lockerheit und Mengung mit Steinen mehr oder weniger Hindernisse zu überwinden.

Da Wärme und Feuchtigkeit überhaupt einen grofsen Einflufs auf die Vegetation ausüben, so sind auch die Wärme- und die Feuchtigkeits-Capacität des Bodens von grofser Wichtigkeit, und diese gerade hängen wesentlich von der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung aus den einzelnen Erden ab, indem diese mehr oder weniger gute Wärme- und Feuchtigkeitsleiter sind.— Die Pflanzen entnehmen unstreitig aus dem Boden einen Theil ihrer Nahrung oder werden wenigstens durch dessen Gehalt mehr oder weniger im Wachsthume unterstützt; defshalb ist auch seine chemische Zusammensetzung von aufserordentlichem Einflusse auf das Gedeihen derselben; wie aber diese Ernährung durch den Boden erfolge, das ist ein Punkt, über welchen die Pflanzenphysiologen und die Chemiker lange nicht einig unter sich waren.

Alle Pflanzen bedürfen zu ihrer Nahrung vorzugsweise Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff, aufserdem Stickstoff und gewisse Salze oder Metalloxyde, welche letztere (die Salze und Metalloxyde) je nach den Pflanzenspecies verschieden sind. Diese Stoffe werden von den Pflanzen theils aus dem Boden, theils aus der Atmosphäre im gas- oder tropfbarflüssigen Zustande aufgenommen und zum Theil assimilirt, zum Theil wieder ausgeschieden. Auf dem Vorhandensein und dem Zustande dieser zum Wachsthume der Pflanzen nothwendigen Stoffe beruht daher vorzugsweise die Fruchtbarkeit des Bodens. Wissenschaftliche Aufklärungen hierüber verdanken wir erst der neueren Zeit und namentlich den Arbeiten J. Liebig's, deren Resultate in seinem Buche: „die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“ (Braunschweig 1840) zusammengestellt sind. Eine weitere Forschung in diesem Geiste wird den Landbau auf eine viel höhere Stufe der Vollkommenheit bringen können.

Die Pflanze lebt theils unter, theils über der Erde; sowohl die Wurzeln, als die Blätter nehmen Nahrung auf, erstere aus dem Boden, letztere aus der Luft. Die keimende Pflanze wird anfangs nur aus dem Boden oder aus den Bestandtheilen des Samenkornes ernährt; die vollständig entwickelte bedarf verhältnifsmäfsig nur sehr wenig noch aus jenem und kann in einzelnen Fällen durch blofses Begiefsen der Blätter ohne Wurzelnahrung erhalten werden.

Den Kohlenstoff nimmt die Pflanze, in Verbindung mit Sauerstoff, als Kohlensäure auf, indem dadurch zugleich die durch den Lebensprocefs der Thiere und durch Verbrennung fortwährend erzeugte Kohlensäure aus der Atmosphäre wieder entfernt und durch frei werdenden Sauerstoff ersetzt wird. Den meisten Kohlenstoff nehmen daher die Pflanzen durch die Blätter aus der Luft auf, einigen jedoch auch durch Zersetzung des Humus, dessen kleinste Theilchen sich auf Kosten des Sauerstoffes der Luft mit kleinen Hüllen von Kohlensäure umgeben, sobald die Bodenbeschaffenheit diefs gestattet.

Den Sauerstoff erhalten die Pflanzen in sehr verschiedenartigen Verbindungen (Kohlensäure, Wasser, Salze, Metalloxyde u. s. w.) zugeführt, theils aus der Luft, theils aus dem Boden; ein grofser Theil des aufgenommenen wird, wie erwähnt, von ihnen wieder ausgeschieden.

Den Wasserstoff erhalten sie durch Zersetzung des Wassers, welches sie durch Blätter und Wurzeln einsaugen.

Der Stickstoff kommt ihnen höchst wahrscheinlich gröfstentheils in Gestalt von Ammoniaksalzen zu, und darauf beruht die Wirkung des Düngers, so wie selbst des Gypsens. Der Gyps fixirt nämlich durch Zersetzung in der Atmosphäre enthaltenes Ammoniak als lösliches schwefelsaueres Ammoniak, welches dann von den Wurzeln und Blättern aufgenommen werden kann. Ammoniak, welches der Atmosphäre nie ganz fehlt, wird ferner wohl auch unmittelbar von den Blättern aufgesaugt oder durch Regen den Wurzeln zugeführt. Dieser Ammoniakgehalt der Atmosphäre, durch den Lebensprocefs und die Verwesung der

Thiere entstehend, reicht zwar für Wälder, bei denen es vorzugsweise auf Erzeugung von Kohlenstoff ankommt, nicht aber für Kulturpflanzen hin, namentlich nicht für gewisse Cerealien, deren Nährungsfähigkeit vorzüglich auf ihrem Stickstoffgehalt beruht. Defshalb führt man den Aeckern durch Dünger fortwährend neues Ammoniak zu, und daher kommt es, dafs der ammoniakreichste Dünger (Menschen-Excremente und Urin) auch der wirksamste ist.

Von Salzen und Metalloxyden bedarf die eine Pflanze mehr, die andere weniger, die eine diese, die andere jene, fast alle aber bedürfen davon; sie entnehmen dieselben aus dem Boden und gedeihen nicht, wenn sie dieselben da nicht vorfinden. Die meisten Pflanzen bedürfen Kali- oder Natron-Salz; die Gräser enthalten es gewöhnlich als kieselsaueres Kali, was ihren Halmen Steifigkeit und Härte verleiht. Die Salzpflanzen enthalten salzsaueres Natron (Kochsalz). Viele Pflanzen bedürfen phosphorsauere Kalk- oder Talkerde, andere Eisenoxyd u. s. w. Daher kommt es, dafs reiner Sand-, Kalk-, Gyps- und Talkboden unfruchtbarer sind als gemischte Bodenarten, namentlich als solche, die aus der Verwitterung feldspath-, augit-, hornblende- oder glimmerhaltiger und dadurch kali- oder natronreicher Gebirgsarten entstanden sind. Dadurch ist ferner zum Theil die Wirkung der Bodenbearbeitung, des Bracheliegens der Felder und der Wechselwirthschaft zu erklären. Durch die Bearbeitung des Bodens wird der Luftzutritt in das Innere desselben befördert, die Verwitterung (Zersetzung) schreitet vor, es entstehen wieder neue Sauerstoffverbindungen (Salze), und diesen neuen Bildungen gestattet das Bracheliegen eine längere Zeit, in welcher sich ein gehöriger Vorrath der nöthigen Stoffe anhäuft; aber der Zweck wird oft eben so vollkommen und mit weit mehr Vortheil erreicht, wenn man statt der Brache solche Feldfrüchte auf einander folgen läfst, die ungleiche Bestandtheile aus dem Boden entnehmen und verschiedenartige Stoffe ausscheiden; defshalb ist in den meisten Ländern der Fruchtwechsel an die Stelle der Brache getreten. Ein ähnliches Bedürfnifs der Ruhe

oder des Wechsels zeigt sich oft auch in den Wäldern. Wo lange Laubholz erzogen worden ist, gedeiht dieses nicht mehr; man ist genöthigt, Nadelholz an seine Stelle zu bringen, und umgekehrt. Dieses entnimmt nun dem Boden andere Bestandtheile und bildet andere Secretionen, während durch Verwitterung nach und nach wieder ein Vorrath der früher verbrauchten entsteht. Die Mannichfaltigkeit der Zusammensetzung der Gesteine und ihr lebhafter Verwitterungsprocefs tragen daher wesentlich zur Fruchtbarkeit bei. Ist in einem Boden die Zersetzung vollendet und sind ihm alle jene der Vegetation günstigen Bestandtheile schon entzogen, so tritt dann der Zustand ein, in welchem man ihn ausgetragen, todt oder unthätig nennt; blofser Humus, der überhaupt in unzersetztem Zustande nicht auf die Pflanzen wirkt, würde solchem Boden seine Fruchtbarkeit noch nicht wiedergeben, wenn er nicht, so wie der Dünger, in der Regel auch jene Salze enthielte, die als wesentliche Bestandtheile der Pflanzen anzusehen sind.

Verhalten der Gesteine zur Vegetation.

Noch bestehen erst wenige Erfahrungen über die specifische Einwirkung der einzelnen Gebirgsarten auf die Vegetation; so viel scheint sich aber doch schon herausgestellt zu haben, dafs tiefgründiger, lockerer und humusreicher Boden stets fruchtbar und den meisten Pflanzen zuträglich ist, möge er nun aus einer Gebirgsart entstanden sein, aus welcher er immer wolle, und eben so giebt es nur wenige Pflanzen, die vorzugsweise an bestimmte Bodenbestandtheile gebunden sind, oder auf besonderen Gebirgsarten ganz vorherrschend gedeihen. Das ist auch ganz natürlich, denn die Hauptnahrungsmittel der Pflanzen: Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff, sind von der chemischen Zusammensetzung der Gesteine ziemlich unabhängig, die übrigen (Salze und Metalloxyde) aber sind theils nur in so geringer Menge nöthig, in welcher sie fast überall gefunden werden, theils scheinen sich einige derselben gegenseitig vertreten zu können; auch enthält der aus Verwesung von

Vegetabilien entstandene Humus gewöhnlich genug davon, um durch seine Zersetzung diese Stoffe zu liefern. Nur einzelne Pflanzen — wie die Salzpflanzen — bedürfen so viele besondere Stoffe, dafs sie nicht überall gedeihen können, und nur einzelne Gesteine sind von so durchaus einfacher Zusammensetzung, dafs sie ohne fremde Beimengung den Pflanzen nicht hinreichende Nahrung zu liefern vermögen.

Wäre die Bodenkunde der eigentliche und Hauptzweck dieser Schrift, so würde es angemessen sein, die oben bezeichneten Bodenarten nach allen ihren Eigenschaften und Beziehungen zur Vegetation einzeln zu durchgehen, ohne stets eine bestimmte Rücksicht auf gewisse Gebirgsarten zu nehmen. Eine solche praktische Bodenkunde ist aber nicht nur ganz kürzlich von L. Krutzsch (populärer Abrifs der Bodenkunde, Dresden und Leipzig 1842) geliefert und auch in dieser Schrift mehrfach benutzt worden, so dafs bei derselben Behandlungsweise für den Augenblick kaum noch etwas Neues gesagt werden könnte, sondern wenn wir die Bodenkunde als eine Anwendung der Geognosie betrachten wollen, so müssen wir auch einen ganz anderen Weg einschlagen, d. h. wir müssen die vorzüglichsten, in hinreichender Ausdehnung vorkommenden Gebirgsarten einzeln durchgehen und untersuchen, welche Bodenarten sie liefern und was sie sonst etwa durch ihre physikalischen Eigenschaften, Zerklüftung, Lagerung u. s. w. für einen Einflufs auf die Vegetation äufsern. Folgen wir daher wieder der einmal angenommenen Reihenfolge mit Uebergehung aller nur in geringer Ausdehnung an die Oberfläche tretenden Gesteine.

1. Steinsalz.

Das reine Steinsalz liefert gar keinen Boden und ist fast absolut unfruchtbar, alle verwitterten oder aufgelösten Theile werden sogleich vom Regenwasser weggeführt. In *Maynas (Süd-Amerika)* bestehen ganze Berge aus Steinsalz, welche nach Pöppig's Beschreibung und Abbildung, als von Regengüssen zerrissene Felsmasse nackt, ohne

alle Vegetation hervortreten. Wo dagegen Steinsalz nur eine Beimengung des Bodens bildet, da hindert es zwar nicht alle Vegetation, erzeugt aber eine eigenthümliche, aus gewissen salzhaltigen Pflanzen bestehende, welche weiter unten in dem Aufsatze über die Abhängigkeit der Pflanzen von gewissen Bodenarten zum Theil angeführt sind.

In sehr geringen Mengen und in Verbindung mit Gyps kann das Salz die Fruchtbarkeit des Bodens erhöhen und wird in solchen Gemengen wirklich als mineralischer Dünger verwendet, z. B. in den Abfällen mancher Salinen und chemischen Fabriken.

2. Gyps.

Der reine Gyps liefert einen sehr unfruchtbaren Boden, und obwohl das Gestein leicht verwittert, so bleibt doch oft keine eigentliche Bodendecke darauf zurück, da die verwitternden Theile, in Wasser einigermafsen löslich, von diesem leicht weggeführt werden, so dafs selbst horizontale Gypsschichten, wenn sie an Abhängen von Bergen hervortreten, oft ziemlich nackt sind. Hinreichend mit Thon gemengt, liefert dagegen Gyps einen sehr fruchtbaren Boden, auf dem z. B. Buchen und Ahorne gut gedeihen. Ziemlich bezeichnend für Gypsboden sind: *Gypsophila* (mehre Arten), *Gymnostomum curvirostrum Hedw.*, *Urceolaria gypsacea Ach.*, *Vicia tenuifolia Ten.*, *Astragalus cicer L.*

Zu gypsreiche Felder kann man durch Thon, Lehm und Sand verbessern.

3. Kalkstein.

Aller Kalkstein liefert durch seine Verwitterung natürlich Kalkboden und zwar reinen, oder gemengten, je nachdem er rein oder mit anderen Bestandtheilen gemengt ist. Der ganz reine ist, wie erwähnt, ziemlich unfruchtbar, der fruchtbarste ist der gehörig mit Thon und etwas Sand gemengte (mergelige). Defshalb kann auch reiner Kalkboden durch Thon und Lehm wesentlich verbessert werden. Für den Kalkboden charakteristische Pflanzen

sind unten angeführt. Die Einwirkung der verschiedenen Kalksteine auf die Vegetation zeigt sich je nach Gestein und Formation ziemlich verschieden.

1.) Der körnige Kalkstein oder Marmor, welcher meist etwas Talkerde enthält, bildet einen durchlässigen Untergrund und lockeren, in ebenen Lagen mäfsig fruchtbaren Boden. Die steilen Gehänge desselben sind oft sehr trocken und heifs. Einige hervorragende Felskuppen sind gewöhnlich mit Buschholz bewachsen und zeigen am entschiedensten die eigenthümliche Kalkflora.

2.) Der Kalkstein der Grauwackengruppe ist meist etwas thonhaltiger und defshalb im Ganzen leichter verwitternd und fruchtbarer.

3.) Die Kalksteine der Zechsteingruppe sind gewöhnlich thonig und bituminös; sie liefern einen schweren fruchtbaren Boden, der durch Sandbeimengung oft wesentlich verbessert werden kann.

4.) Die Berge der Muschelkalkformation haben meist ein etwas kahles Ansehen, und namentlich sind die steilen Abhänge oft ganz steril. (Gegend von *Jena*). Auf ihnen ist dann auch gar kein Anbau möglich, wenn man nicht entweder von den Höhen und Gipfeln herab Holz zu erziehen vermag, um dadurch zunächst das starke Einreifsen und Herabschwemmen bei Regenfluthen zu verhindern, oder Terrassen aufmauert und auf ihnen bei starker Düngung Wein oder Obst baut (Gegend von *Würzburg* und *Naumburg*). Die ebenen Flächen und sanften Abhänge der Muschelkalkformation liefern, wenn sie nicht zu hoch liegen, recht fruchtbare Felder und Wälder; namentlich gedeihen darauf Buchen, Ahorne, Elsbeeren und Obstbäume vortrefflich.

5.) Der Liaskalk ist gewöhnlich sehr bituminös und dadurch, so wie durch Thonbeimengung, wenn die Zersetzung gehörig erfolgt ist, recht fruchtbar. Er liefert besonders guten Wald- und Wiesenboden.

6.) Jurakalk. Blum sagt von ihm: „Der feste, dichte

widersteht allen äufseren Einwirkungen sehr lange und bildet einen Felsboden, der der Vegetation sehr ungünstig ist; die Gipfel seiner Berge sind gewöhnlich nackt und kahl, und schon der diesen Bergen eigene Wassermangel bereitet den Pflanzen eine kümmerliche Existenz. Die weicheren thonigen, mergeligen oder sandigen Abänderungen aber verwittern leicht und geben einen thonigen oder mergeligen Kalkboden, der die Vegetation, besonders den Waldbau, sehr begünstigt. Die auf demselben häufig verbreitet liegenden Kalksteine thun der Fruchtbarkeit, wenn sie nicht in zu grofser Menge vorhanden sind, keinen Eintrag (*Baiern*).

7.) Pläner ist meist mergelig, oft zugleich sandig und dann sehr fruchtbar (*Dresden*).

8.) Die Kreideberge zeigen sich vielfach fast steril und einer tüchtigen Kultur unfähig (*Champagne, Süd-England*), weil ihr Kalkboden zu rein und zu heifs ist. Der Weinbau gedeiht nur da gut an denselben, wo man gehörig zu düngen vermag. Sind Kreidehöhen mit Thon und Lehm bedeckt, dann tragen sie natürlich fruchtbare Felder und Wälder (Insel *Rügen*).

9.) Grobkalk und Süfswasserkalk bestehen selten aus so ungemengtem Kalkstein, dafs sie nicht fruchtbaren Boden liefern sollten (Gegend um *Paris*).

4. Dolomit

liefert durch seine Zersetzung einen kalkigen oder mergeligen Talkboden von an und für sich mittlerer Fruchtbarkeit. Oft erscheint derselbe sandig durch die einzelnen Dolomitkrystalle, aus welchen das Gestein bestand. Der dolomitische Untergrund ist meist zerklüftet und durchlassend, wefshalb er leicht trockene Abhänge veranlafst, die durch häufig hervorragende Felsen und übergerollten Schutt noch trockener werden (*Baiern*).

5. Quarzfels

verwittert aufserordentlich schwer und bildet defshalb nur wenig und unfruchtbaren Boden, der in der Regel sich wie ein steiniger Sandboden verhalten wird. Er ist ziemlich selten die bodenbildende Unterlage.

6. Hornblendegestein

bildet einen fruchtbaren, aber selten tiefgründigen Boden, der viel Kieselerde und aufserdem ziemlich gleiche Theile von Eisenoxyd, Talkerde, Kalkerde und Thonerde enthält. Obgleich die letztere nur den geringsten Antheil bildet, so verleiht sie doch oft dem Ganzen den Charakter eines Thon- oder Lehmbodens.

7. Talk- und Chloritschiefer.

Der erstere liefert zuweilen einen reinen und dann wenig fruchtbaren Talkboden, häufiger aber sind beide nicht ganz rein und geben dann einen ziemlich fruchtbaren talkigen Lehm- oder Thonboden.

8. Serpentin

verwittert schwer und zerfällt nach und nach in einen der Vegetation nicht günstigen talkigen Boden; dazu sind die Zerklüftungs- und Oberflächenverhältnisse in der Regel von der Art, dafs sie einen trockenen und warmen Standort hervorbringen (*Fichtelgebirge*).

9. Raseneisenstein

wirkt in der Regel sehr ungünstig auf die Vegetation ein, er zersetzt sich zwar fast gar nicht zu einem Bodengemenge, veranlafst aber auch schon als Untergrund sogenannte brandige Stellen in den Wiesen.

10. Schwarz- und Braunkohlen

bilden nur selten die Gebirgsoberfläche, und wo das der Fall ist, wird man sie in der Regel zweckmäfsiger als Brennmaterial abbauen, denn als Boden liegen lassen. Sollten sie zur Benutzung zu unrein sein, dann wird sich der aus ihnen hervorgehende Boden sicher fruchtbar zeigen.

11. Torf

kommt stets nur an der Erdoberfläche vor und wirkt auf andere als die ihm eigene unten näher bezeichnete Vegetation durchaus nachtheilig. Aufser den unten genannten Pflanzen gedeihen darauf noch einige Holzarten leidlich, namentlich Pinus-Arten; will man aber Kulturland auf Torfboden anlegen, so ist vorher Austrocknung (Entwässerung) und Abstumpfung der freien Humussäure (durch Kalk, Asche und dergl.) nöthig. Gut ist es in vielen Fällen für den Boden, wenn man den Torf an Ort und Stelle verbrennen kann. Ueber die Anwendung des Torfes als Düngemittel vergl. *Fischer*, ,,Braunkohlen und Torf als Düngungsmittel, Grimma 1840,“ und *Lampadius* in *Erdmann's* ,,Journal für praktische Chemie 1840, No. 12, S. 261.“

12. Thonschiefer

verwittert ziemlich leicht und bildet meist fruchtbaren Thonboden. Je dunkler oder je kieselreicher er ist, um so wärmer und trockener, je heller und thonreicher, um so nässer, bindender und kälter zeigt er sich. Die Schieferstructur des Thonschiefers als Untergrund erleichtert das Eindringen des Wassers, besonders dann, wenn sie aufgerichtet ist. Von den einzelnen Thonschiefervarietäten zeigt sich der Grauwackenschiefer am fruchtbarsten. Als Beispiel der Weinkultur auf ihm verdient die Gegend zwischen *Bingen* und *Coblenz* genannt zu werden. Auf allen Thonschiefervarietäten findet man oft schöne Laubholzwaldungen.

13. Glimmerschiefer.

Der Grad seiner Verwitterbarkeit hängt sehr von dem Quarzgehalte ab; ist dieser grofs, so geht die Verwitterung nur langsam von Statten. Er liefert einen mehr oder weniger mit Quarzkörnern und Glimmerblättchen gemengten Thon- oder Lehmboden von ziemlich günstigem Einflusse auf die Vegetation; namentlich gedeihen Laubholzwälder auf Glimmerschieferboden meist sehr gut. Als Untergrund zeigt sich das Gestein durch seine Schieferstructur vortheilhaft.

14. Gneifs

enthält aufser den Gemengtheilen des Glimmerschiefers noch Feldspath, welcher sowohl die Zersetzung des Gesteines befördert, als auch durch seine chemischen Bestandtheile die Fruchtbarkeit des Bodens erhöht. Der Thon- oder Lehmboden, welcher aus dem Gneifs entsteht, zeigt sich defshalb meist sehr fruchtbar als Ackerland und als Waldboden. Für den Untergrund sind die Structurverhältnisse des Gneifses günstig, und auch die unzersetzt bleibenden einzelnen Gneifsfragmente (Steine) tragen zur Lockerheit, zum besseren Luft- und Feuchtigkeitswechsel im Boden bei.

15. Granit.

Je feldspathreicher der Granit ist, desto leichter verwittert er, und desto fruchtbarer zeigt sich der aus ihm entstandene Thon- oder Lehmboden. Quarz und zum Theil auch Glimmer bleiben ziemlich unzersetzt als Körner und Schüppchen darin liegen, wodurch die nöthige Lockerheit hervorgebracht wird. Vieler Granit zersetzt sich sehr ungleich, so dafs einzelne Knollen und Blöcke davon in der verwitterten Bodenkrume übrig bleiben; sind diese sehr grofs, so können sie dem Feldbau hinderlich werden und müssen dann wo möglich ausgegraben oder tiefer versenkt werden; für die Holzzucht sind sie dagegen in mancher Beziehung, besonders an steilen Bergabhängen, nützlich, da sie die vegetabilischen Abfälle vor dem Wegführen durch Wasser oder Wind schützen und zwischen sich den Boden feucht erhalten. Aehnlich wie Granit verhalten sich auch Protogin, Greisen und Granulit.

16. Syenit

(besonders der grobkörnige) verwittert gewöhnlich noch schneller als Granit, da auch die Hornblende, wie der Feldspath, sich leicht zersetzt. Der daraus entstehende Boden ist gewöhnlich ein eisenschüssiger Lehmboden von grofser Fruchtbarkeit. Feldspath und Hornblende enthalten beide vielerlei Bestandtheile, welche von den Pflanzen als Nahrung aufgenommen werden; zudem bewirkt der noch

nicht zersetzte, mit dem Boden gemengte Grus Lockerheit und Luftwechsel. Da die Verwitterung des Gesteins, wie beim Granit, der eigentlichen Bodenbildung voraus eilt, so ist auch der Untergrund des Syenit- und Granitbodens meist mürbe und für Luft und Feuchtigkeit zugänglich.

17. Grünstein.

Die verschiedenen Grünsteinvarietäten verwittern meist ziemlich schwer, da sowohl ihr Feldspath (Albit) als ihre Hornblende etwas anderer Natur sind als im Granit und Syenit. Ist die Verwitterung einmal weit genug vorgeschritten, so ist der daraus entstandene eisenhaltige Lehmboden selbst meist sehr fruchtbar, der Untergrund bleibt jedoch gewöhnlich fest und unzugänglich für die Pflanzen. Noch fruchtbarer als die körnigen, dichten oder schieferigen Grünsteine zeigen sich die mandelsteinartigen. Wacke (zersetzter Grünstein) bildet einen eben so fruchtbaren und meist tiefgründigeren Boden als die Grünsteine selbst.

18. Porphyr

verwittert im Allgemeinen ziemlich schwer und bildet deſshalb meist flachgründigen und steinigen Boden. Am leichtesten unter den Porphyrvarietäten verwittert noch der sogenannte Thonsteinporphyr, am schwersten der Hornsteinporphyr, obwohl die Grundmasse beider aus Feldspath besteht. Der aus der Verwitterung des Porphyrs entstehende Thon- oder Lehmboden ist an sich fruchtbar, seine gewöhnliche Flachgründigkeit, so wie die zerklüftete Beschaffenheit des Untergrundes machen ihn aber zu trocken und warm. Deſshalb und wegen der vielen Steine, die er gewöhnlich enthält, ist er mehr zu Wald- und Weinkultur als zu Feldkultur geeignet.

19. Melaphyr.

Der dichte Melaphyr widersteht der Verwitterung lange, der porphyrartige und der mandelsteinartige aber zersetzen sich ziemlich leicht und liefern einen dunkeln, sehr fruchtbaren Boden. Die steilen und sonnigen Bergabhänge des Mela-

phyrs eignen sich wegen ihrer Wärme besonders zu Weinkultur.

Melaphyr und Porphyr bilden selten ebene Flächen.

20. Basalt

liefert durch seine Verwitterung unter allen Gebirgsarten, nächst der Lava, den fruchtbarsten Boden, einen dunkeln, eisenreichen Lehmboden mit vielem Kaligehalt. Aber nur selten findet sich Basaltboden in Ebenen, am häufigsten an isolirten Bergkuppen. Der Basaltboden hält sich warm, locker und feucht, und auch sein Untergrund gestattet dem Wasser und der Luft leichten Durchgang. Auf keiner anderen Gebirgsart als auf Basalt findet man eine so manchfaltige und üppige Vegetation; namentlich gedeihen alle Laubholzarten (auch der Wein) auf Basaltboden ohne Unterschied vortrefflich. Fast noch fruchtbarer als der Basalt selbst bewähren sich der basaltische Mandelstein und die basaltische Wacke. Auffallend ist es und vielleicht mit von seiner grofsen Erwärmungsfähigkeit abhängig, dafs an Basaltbergen der Feldbau, wenn übrigens die Oberflächengestaltung es gestattet, in der Regel eine viel gröfsere Höhe erreicht als auf benachbarten anderen Gesteinen, so namentlich im *böhmischen Mittelgebirge*.

21. Phonolith

wird durch Verwitterung gewöhnlich entfärbt; defshalb sind manche Phonolithberge mit einem ganz hellen thonigen Boden bedeckt. Bei den meisten aber herrschen die Steine über den Boden vor und machen letzteren dadurch zur Kultur unfähig, während Wald sehr gut darauf gedeiht.

22. Trachyt

zersetzt sich schnell in fruchtbaren thonigen Lehmboden, sein Untergrund ist durchlassend. Noch fruchtbareren Boden liefern die Trachytconglomerate.

23. Lava.

Obwohl die meiste Lava ziemlich schwer verwittert, um so schwerer, je glasiger sie ist, so liefert sie doch ge-

wöhnlich bald einen bewundernswürdig fruchtbaren Boden. An dieser besonderen Fruchtbarkeit mag theils ihre chemische Zusammensetzung und dunkle Farbe Schuld sein, theils konnten vielleicht auch bei noch thätigen Vulkanen durch sie aufsteigende kohlensauere Dämpfe darauf einwirken.

24. Breccie und Conglomerat.

Der aus diesen Gesteinen entstehende Boden ist je nach ihrer Zusammensetzung sehr verschieden. Granitbreccie, Porphyrbreccie, Kalksteinbreccie u. s. w. verleihen dem Boden mehr oder weniger den Charakter dieser Gesteine, falls nicht irgend ein besonderes Bindemittel sehr vorherrscht. Aehnlich verhält es sich mit den Conglomeraten, doch verdienen hier einige der häufigsten, je nach den Gesteinen und Formationen, welchen sie angehören, besonders hervorgehoben zu werden.

a) Grauwackenconglomerat enthält gewöhnlich viel Thonschiefer, Kieselschiefer und Quarzfragmente, gebunden durch Thonsilikat, und liefert defshalb nach theilweise stattgefundener Verwitterung einen steinigen und dadurch lockeren thonigen Boden.

b) Conglomerat des Rothliegenden enthält in einem eisenschüssigen, sandigen oder thonigen Bindemittel Geschiebe von Porphyr, Granit, Gneifs, Glimmerschiefer, Thonschiefer u. s. w., welche meist als unzersetzte Steine in dem thonigen, eisenschüssigen und sandigen Boden liegen bleiben. Die untergeordneten Schieferthonlagen machen den Boden zuweilen sehr thonig.

c) Basaltconglomerat liefert in der Regel durch das wackenartige Bindemittel einen sehr fruchtbaren Thon- und Lehmboden.

d) Die Reibungsconglomerate der Porphyre widerstehen oft sehr der Verwitterung und verhalten sich überhaupt ähnlich den Porphyren selbst.

25. Sandstein und Sand

liefern Sandboden. Die Fruchtbarkeit des aus Sandstein

entstehenden Bodens hängt wesentlich von der Natur und Menge des Bindemittels ab, wefshalb wir hier die einzelnen Arten, die in den verschiedenen Formationen vorkommen, nach dieser Rücksicht näher betrachten.

a) Thoniger Sandstein mit vielem Bindemittel giebt natürlich einen lehmigen oder thonigen Sand- oder sandigen Thon- oder Lehmboden. Durch Kalk wird man ihn wesentlich verbessern können.

b) Mergeliger Sandstein liefert mergeligen Sandboden.

c) Kalkiger Sandstein giebt einen heifsen und trockenen kalkigen Sandboden, der durch Thon oder Lehm sehr verbessert werden kann.

d) Eisenschüssiger Sandstein bildet einen sehr unfruchtbaren heifsen Boden, wenn er nicht zugleich hinreichend mit Thon, Lehm oder Mergel gemengt ist.

e) Kieselsandstein verwittert schwer und bildet defshalb nur flachgründigen, trockenen Boden. Thon- oder Mergelzusatz kann ihn sehr verbessern.

f) Grünsandstein bildet in der Regel einen fruchtbaren mergeligen Sandboden.

Sandstein als Untergrund ist nur an trockenen Lagen nachtheilig, die damit wechselnden Thonlagen machen ihn aber zuweilen auch zur Versumpfung geneigt.

Loser Sand ist nur an feuchten Stellen (Flufsufern, Meeresküsten u. s. w.) fruchtbar, an trockenen Orten bildet er leicht völlig unfruchtbare Steppen (Sandschollen, Wüsten) und wird sogar vom Winde bewegt. Der salzige Sandboden bedingt eine eigenthümliche Flora von sogenannten Salzpflanzen, worüber unten mehr gesagt werden wird.

Der lose Sand ist häufig zu den angeschwemmten Bodenarten zu rechnen und bedeckt sehr grofse Flächen. *(Norddeutsche Ebenen)*.

26. Schutt und Grus.

Aus der mechanischen Zertrümmerung der Gesteine entsteht Schutt; wirkt aber zugleich Zersetzung ein, so dafs die einzelnen Gemengtheile oder Körner derselben aus-

einander fallen, so entsteht Grus. Die Fruchtbarkeit beider hängt defshalb wesentlich von dem ursprünglichen Gesteine ab, denn beides sind nur besondere Aggregatzustände, Anfänge der wahren Bodenbildung. Demnach läfst sich wegen des besonderen Aggregatzustandes eine eigenthümliche Schuttflora unterscheiden. Als Untergrund sind Schutt und Grus gut, wenn sie nicht zu flach liegen.

27. Mergel

liefert durch seine Zersetzung natürlich Mergelboden, und zwar der Kalkmergel kalkigen Mergelboden, der Thonmergel thonigen Mergelboden u. s. w. Am schwersten zersetzt sich der Kieselmergel und liefert defshalb auch weniger tiefgründigen und fruchtbaren Boden.

28. Schieferthon

giebt durch seine Zersetzung einen mehr oder weniger fetten Thonboden, der oft durch Kalkzusatz oder Sand noch sehr verbessert werden kann. Seine Undurchlässigkeit als Untergrund macht ihn zur Versumpfung geneigt.

29. Thon und Lehm

sind in der Regel als angeschwemmte Bodenarten zu betrachten. Ihre Fruchtbarkeit, namentlich die des letzteren, steigt sehr hoch, wenn sie gehörig mit Sand und etwas Kalk gemengt sind, oder werden. Natürlich bildet der eine Thon-, der andere Lehmboden, beide aber gehen oft so allmälig in einander über, dafs eine eigentliche Gränze nicht zu ziehen ist. Aus der Zersetzung feldspathreicher Gesteine, des Thonschiefers, Schieferthones u. s. w., entstanden, bedecken sie als angeschwemmte Bodenmassen oft grofse Flächenräume, z. B. in den Ebenen *Norddeutschlands*. Auch das, was man mit dem Namen Flufsschlamm bezeichnet, enthält in der Regel nebst humosen Theilen sehr viel Thon und Lehm.

Da oft Thon- (oder Lehm-) und Sandschichten mit einander wechseln, so tritt zuweilen der Fall ein, dafs man durch besonders tiefes Umarbeiten des Bodens eine vor-

theilhafte Mengung beider bewirken kann. Als Untergrund neigt sich der fette Thon und Lehm etwas zur Versumpfung.

30. Dammerde
(fruchtbarer Boden).

Wir verstehen darunter hier eigentlich keine besondere Bodenart; nach S. 62 ist sie als ein Product der Einwirkung des organischen Lebens auf die Gesteine anzusehen, d. h. wir nennen jede Bodenart Dammerde, wenn sie gehörig zersetzt und mit vielem Humus innig gemengt ist. Insofern ist daher die Dammerde ein Humusboden. Es sind verschiedene Erfahrungen über die Entstehung der Dammerde gemacht worden, Ehrenberg ist der Meinung, dafs sie zuweilen nur durch Infusorien gebildet werde, Darwin und Wedgwood beobachteten, dafs die Regenwürmer durch ihren Verdauungsprocefs einen grofsen Antheil an der Dammerdebildung haben. Diese einzelnen Erfahrungen könnten aber leicht zu einseitigem Urtheil verleiten; sicher sind weder Infusorien noch Regenwürmer die alleinigen oder auch nur Hauptbedingungen der Dammerdebildung; ich komme vielmehr darauf zurück, dafs die Summe des organischen Lebens unter sehr vielerlei Formen auf dieselbe hinwirkt, indem sich zugleich die verwesten Organismen mit den zersetzten Gesteinstheilen innig mengen.

Rückblick.

Die Bodenkunde liegt, wie erwähnt, als Wissenschaft noch in ihren Geburtswehen, denn wir haben erst angefangen zu erkennen, welche Anforderungen die einzelnen Gewächse an den Boden machen, und durch welchen Bodenzustand denselben am befsten genügt wird. Eine Fortführung dieser Untersuchungen kann besonders für die Landwirthschaft zu sehr wichtigen Resultaten führen, da man bei ihr nicht nur die Vertheilung der Pflanzenarten auf die verschiedenen Bodenarten, sondern auch die Mengung und Zubereitung der letzteren viel mehr in der Gewalt hat als bei der Forstwissenschaft. Durch Zusatz von Kalk, Gyps, Mergel, Thon, Lehm, Sand, Asche, Salzen, animalischem und

vegetabilischem Dünger, durch Bodenbearbeitung und Fruchtwechsel, wird man allen Kulturpflanzen die günstigsten Bodenzustände zubereiten lernen, und selbst von Natur ganz schlechte Bodenarten werden sich auf diese Weise wesentlich verbessern lassen. Ganz anders ist das bei'm Waldbau, hier ist künstliche Mengung oder Düngung und selbst durchgreifende Bearbeitung in der Regel unausführbar, der Boden mufs genommen werden, wie er ist, verhältnifsmäfsig nur wenig kann durch Kulturarbeiten und zweckmäfsige Bodenbedeckung geleistet werden. Die Anwendung der wissenschaftlichen Bodenkunde wird hier hauptsächlich darin bestehen müssen, für jede Bodenart zu jeder Zeit die passendste Holzart auszuwählen, den Feuchtigkeitszustand und Luftwechsel durch Be- oder Entwässerung, sowie durch Einwirkung auf die Bodenbedeckung einigermafsen zu reguliren, den jungen Pflanzen für die ersten Jahre einen günstigen Wurzelraum zu bilden und später durch Verhinderung der Streuentnahme auf Bodenverbesserung zu wirken. Zum Glück für den Forstmann kommt es bei'm Waldbau nicht darauf an, viel Stickstoff enthaltende Pflanzentheile zu erziehen, und defshalb ist für ihn der animalische Dünger entbehrlich. Die Waldbäume entnehmen überhaupt verhältnifsmäfsig nur wenige Nahrung aus dem Boden, der defshalb für gleiche Arten derselben viel länger Nahrstoffe darbietet als z. B. für viele Getreidearten. Nichts desto weniger kommt auch bei'm Waldbau aufserordentlich viel auf eine gute Bodenbeschaffenheit an, und selbst ein Wechsel — ähnlich dem Fruchtwechsel — scheint im Laufe der Zeiten nöthig zu sein.

Die Beschaffenheit des Bodens hängt sehr wesentlich von der Gebirgsart ab, woraus derselbe entstand. Wir haben gesehen, dafs die gemengten Gesteine im Allgemeinen fruchtbareren Boden liefern als die einfachen und dafs unter jenen wieder die feldspath-, augit- oder hornblendehaltigen obenan stehen, und zwar weil diese Mineralien aus vielerlei Grundstoffen zusammengesetzt sind, Kali oder Natron enthalten und sich leichter zersetzen als die meisten anderen. Nur sehr selten ist aber eine einfache Ge-

birgsart (Kalkstein, Gyps und dergl.) so rein, daſs der daraus entstandene Boden nicht einige und zwar gerade für den Vegetationsproceſs wichtige Beimengungen enthielte (z. B. Kiesel, Thon, Kali), und fast kein Boden ist z. B. so frei von Kalkerde, daſs nicht auch solche Pflanzen einzeln auf ihm wachsen könnten, die sonst vorzugsweise auf Kalkboden angewiesen zu sein scheinen. Daher kommt es, daſs die sogenannte Bodenstätigkeit der Pflanzen in der Natur nie ganz streng nachgewiesen werden kann, obwohl ihre Ermittelung offenbar von groſsem forst- und landwirthschaftlichen Werthe ist, wie schon aus der nachstehenden Abhandlung hervorgehen wird, die ich der Güte des Herrn Professors Langethal in Jena verdanke.

Groſser Humusreichthum kann, wie erwähnt, fast jeden Boden fruchtbar machen, weil der aus Pflanzen oder Thieren entstandene Humus bei seiner Zersetzung *nicht nur* Kohlensäure entwickelt, sondern auch gewöhnlich die übrigen Nahrungsmittel der Pflanzen (Salze, Erden und dergl.) in geringen Quantitäten enthält und auſserdem den physikalischen Zustand des Bodens wesentlich verbessert. Der Humus selbst aber ist unlöslich und wird nie unmittelbar als Nahrung von den Pflanzen aufgenommen.

Der Bodenzustand ist schlieſslich das einzige Mittel, wodurch wir im Groſsen auf die Ernährung der Pflanzen einwirken können, da wir die Atmosphäre, aus welcher die meisten Vegetabilien den gröſseren Theil ihrer Nahrung entnehmen, nicht zu ändern vermögen. Wirken wir aber nur gehörig auf den Bodenzustand ein, so werden dadurch die Pflanzen so gekräftigt, daſs sie dann von selbst auch mehr Nahrung aus der Luft zu entnehmen vermögen als in dürftigem Zustande, und einige besondere Stoffe erhalten gewisse Pflanzen wahrscheinlich nur aus dem Boden.

Mehres über Bodenkunde findet sich in folgenden Schriften:

Schübler — Grundsätze der Agrikulturchemie in näherer Beziehung auf land- und forstwissenschaftliche Gewerbe. 2 Thle Leipzig 1831.

Reuter — der Boden und die atmosphärische Luft in allseitigen materiellen, gasförmigen und dynamischen Einwirkungen auf Ernährung und Gedeihen der Pflanzen mit Bezug auf Land- und Forstwirthschaft. Frankfurt a. M. 1833.

Feistmantel — Die Forstwissenschaft, erste Abtheilung, Wien 1835. S. 180 u. f.

v. Tessin — über den Einflufs der Gebirgs- und Bodenarten auf den Feld- und Waldbau, (Allgem. Forst- und Jagdzeitung. 1835. S. 45 u. f.).

Unger — über den Einflufs des Bodens auf die Vertheilung der Gewächse, nachgewiesen in der Vegetation des nordöstlichen Tirols. Eine von der königl. botanischen Gesellschaft zu Regensburg gekrönte Preisschrift. Wien. 1836.

Sprengel — die Bodenkunde oder die Lehre vom 170 chemisch untersuchten Bodenarten aus Deutschland, Belgien, England, Frankreich, der Schweiz, Ungarn, Rufsland, Schweden, Ostindien, Westindien und Nordamerika. Ein Buch für Landwirthe, Forstmänner, Boniteure und Theilungscommissäre. Mit 1 Steindrucktafel. Leipzig. 1837.

Blum — Lithurgik oder die Mineralien und Felsarten nach ihrer Anwendung in ökonomischer, artistischer und technischer Hinsicht systematisch abgehandelt. Mit 53 in den Text eingedruckten Holzschnitten und 3 Stahlstichen. Stuttgart. 1840. S. 45 u. f.

Hartig — Luft-, Boden- und Pflanzenkunde. Stuttgart und Tübingen. 1840, S. 86 u. f.

Schleiden — über Einwirkung der Kohlensäure auf die Pflanzen und über Bodenstätigkeit der Pflanzen. Linnäa. 1840. S. 188 u. 190.

Mulder — über die Humussubstanzen (in Erdmann's Journal f. prakt. Chem. 1840. B. 21 H. 6. S. 346 u. f.)

Schmalz — über die Theorie des Fruchtwechsels. (Daselbst. S. 389.)

Bruhn — die Bodenkunde, oder die Lehre vom Boden, nach dem gegenwärtigen Zustande der Naturwissenschaften und ganz besonders in Bezug auf Liebig's organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Phy-

siologie mit einem vorausgehenden Abrifs der Chemie und der Gesteinslehre; gemeinfafslich in möglichster Kürze bearbeitet. Dresden und Leipzig. 1841.

Liebig — die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Dritter unveränderter Abdruck. Braunschweig 1842.

Krutzsch — populärer Abrifs der Bodenkunde, nebst einem Anhange, das ABC der Chemie enthaltend. Zur Belehrung und Unterhaltung für praktische Land- und Forstwirthe, welche einen wissenschaftlichen Unterricht entbehrten. Dresden und Leipzig 1842.

Anhang.

Ueber die Abhängigkeit der Pflanzen von gewissen Bodenarten.

Vom Herrn Professor Langethal in Jena.

Auf den Excursionen, welche ich mit meinen Zuhörern in den Umgebungen von *Jena* und *Greifswalde* machte, habe ich immer die Art und Weise beobachtet, mit welcher sich die Gewächse in verschiedenen Bodenarten ausbilden. Anfangs war mein Blick nur auf die Kulturgewächse gerichtet, bald aber erweiterte er sich über die ganze Flora des Landes. Ich merkte mir den Feuchtigkeitsgrad und den Bestand des Bodens, zugleich aber auch die Ueppigkeit des Blattwerks und die Zeit der Blüthe an, erhielt auf diese Weise für jede einzelne Bodenart ein Register von Pflanzen, und es erstanden mir nach und nach für gewisse Vegetations-Verhältnisse gewisse Bilder mit immer bestimmteren Umrissen. So habe ich nun eine Reihe von Jahren hindurch meine Beobachtungen fortgesetzt, den Standpunkt derselben durch viele Reisen in Deutschland manchfach gewechselt und zahlreichere und vollständigere Erfahrungen gewonnen, welche ich hiermit zu veröffentlichen gedenke.

Bevor ich aber die verschiedenen Bodenfloren zu schildern beginne, mufs es mir erlaubt sein, einige Bemerkungen über den Einflufs der Feuchtigkeit und über die Wichtigkeit der Beobachtung derselben vorauszuschicken. Bald nach den ersten Jahren meiner Beobachtungen befestigte sich nämlich in mir die Ueberzeugung, dafs man die Bo-

denart und den Feuchtigkeitsgrad eines Feldes ganz besonders berücksichtigen müsse, wenn man über die Kulturfähigkeit des Landes ein Urtheil abgeben wolle; denn ich sah die Floren eines und desselben Bodens sich nach vielen Seiten hin abändern, je nachdem das Medium der Ernährung, das Wasser, sparsamer oder reichlicher gespendet war. Sollte nun für eine bestimmte Bodenart ein Pflanzenregister geliefert werden, so mufsten vor allen solche Gewächse aus der Flora herauskommen, welche auch in anderen Bodenarten zu treffen sind, und dann waren auch noch die Pflanzen, welche sich gern unter einem bestimmten Feuchtigkeitsgrade in einer gewissen Bodenart finden, von denjenigen zu trennen, die immer nur auf einer und derselben Bodenart freudig vegetiren. Wenn wir die letzteren passend mit dem Namen Bodenpflanzen belegen, so möchte vielleicht für die vorhergehenden der Name Feuchtigkeitspflanzen nicht ganz unbezeichnend sein. Die Feuchtigkeitspflanzen hängen von gewissen physikalischen Verhältnissen des Erdreichs, von dessen Kraft, die Feuchtigkeit zu halten, von seiner tieferen oder flacheren Lage, Lockerheit oder Festigkeit u. s. w. ab; auf sie übt das Klima einen sehr grofsen Einflufs, denn es kommt wesentlich darauf an, ob die Frühjahre feucht oder trocken, die Sommer heifs oder gemäfsigt, die Nachtthaue stark und langanhaltend, oder schwach und kurz sind; die Bodenpflanzen sind dagegen an gewisse chemische Verhältnisse des Bodens gebunden; es kommt darauf an, ob im Boden Salz, Salpeter, Kalk u. s. w. vorhanden ist. Auch auf diese behauptet das Klima seinen Einflufs, man merkt ihn aber nicht im Umkreise eines kleineren Landes, sondern erst nach einem, zwei und mehren Breitengraden.

Meine Eintheilung in Feuchtigkeits- und Bodenpflanzen scheint einfach genug zu sein, gleichwohl habe ich dieselbe in allen mir bekannten Schriften, welche über diesen Gegenstand handeln, stets vermifst, wenigstens ist sie darin nicht scharf genug ausgesprochen. Die Nichtbeachtung der nur scheinbar an eine Bodenart gebundenen Pflanzen hat aber zu mancherlei Irrthümern Anlafs gegeben, und es entsprangen

aus dem Zusammenwerfen von Boden- und Feuchtigkeitspflanzen nur unbestimmte und mangelhafte Bilder der Floren. Man sprach z. B. von einer Flora des Urgebirges und der Flötzgebirge, der Flötzgebirge und Diluvialebenen, und wenn man auch zugeben mag, dafs sich in einem beschränkten Umkreise ein solcher Unterschied nachweisen läfst, so wird man bei einer weiteren Vergleichung der Ebenen, Berge und Gebirge innerhalb der Gränzen unseres Deutschlands doch bald zu der Einsicht gelangen, dafs solcher Unterschied nicht vom verschiedenen Boden, sondern aus verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnissen des Landes entspringt. Für Mitteldeutschland sind z. B. *Veronica montana* L., *Trientalis europaea* L., *Primula farinosa* L., *Circaea alpina* L., *Arnica montana* L. u. a. Bergpflanzen; ich habe sie wenigstens in dem Hügel- und Gebirgslande Deutschlands immer nur an den schattigen Halden der Berge, oder in den engen Gebirgsthälern gefunden; in *Pommern* und *Mecklenburg* wachsen sie dagegen in der Ebene, oft kaum 8 Fufs über dem Spiegel der See. Der Grund des verschiedenen Standortes ist leicht einzusehen; denn die Winterseiten und engen Thäler des hügeligen *Mitteldeutschlands* haben hinsichtlich der Bodenbefeuchtung mit den Küstenländern des Meeres so ähnliche Verhältnisse, dafs eine in gewisser Hinsicht ähnliche Vegetation daraus entspringen mufs. Die Stechpalme, welche an den nördlichsten Küsten unseres Vaterlandes und wiederum auf den Gebirgen von *Süddeutschland* so trefflich gedeiht, erfriert in den tieferen Gegenden von *Thüringen* und *Sachsen*. Daran ist nicht etwa die gröfsere Winterkälte, sondern die trockenere Sommerluft von *Mitteldeutschlands* ebeneren Gegenden Schuld; seitdem ich wenigstens diesen immergrünen Strauch nach einer anhaltenden Winterkälte mit 12 — 18 Grad Réaumur auf Rügen dennoch unbeschädigt in schönster Blüthe fand, mufs ich glauben, dafs die trockene Sommerluft des niederen *Thüringens* und *Sachsens* die Vegetation derselben so hemmt, dafs er einer stärkeren Winterkälte nicht mehr zu trotzen vermag.

Die Feuchtigkeitsverhältnisse sind auch die Ursache,

warum gewisse Pflanzen in Ländern von verschiedener Luftfeuchtigkeit verschiedene Standörter haben. *Myosotis silvatica* Ehrh. sucht bei uns in *Mitteldeutschland* den Schutz des Laubwaldes, in *Mönchsguts* feuchter Atmosphäre schmückt sie mit ihren schönen Blumen die kahlsten Ränder. Bei uns sucht man das Frauenmäntelchen, *Alchimilla vulgaris* L., in der Nähe von Zäunen und im grasigen Laubwalde, auf den Alpen macht es den Hauptbestand der Matten aus und wächst weit üppiger dort, obgleich ihm der Schutz der Bäume fehlt. Die Zaunwicke, *Vicia Sepium* L., erscheint bei uns entweder im Walde, oder an schattengebenden Zäunen, nur selten findet sie sich auf humusreichen Wiesen mitten im Lande; in *England* aber wächst sie unter dem Grase und ist dort ein wichtiges Wiesenkraut.

Endlich stehen bei gleicher Lockerheit oder Feuchtigkeit des Bodens auch gleiche Pflanzen auf verschiedenen Bodenarten, wie uns folgende Beispiele beweisen: Man trifft auf trockenen Stellen des Sandes und leichten Kalkes zugleich mehre Arten der Katzenpfötchen, nämlich *Gnaphalium montanum* Fr., *arvense* Fr. Rchb., *germanicum* W., *dioicum* L. und *luteoalbum* L. an; sogar das Steinkraut, *Farsetia incana* Br., und die Bergnelke, *Jasione montana* L., wachsen im Sande und im geringen Kalklande. Im Frühlinge, wenn der Frost auch die festeren Bodenarten gelockert hat, zeigen sich die gelben Sternblumen des *Ornithogalum arvense* Pers. nicht allein in den sandigen Feldern, sondern man kann sie hier und da sogar im rothen Thonmergel des Keupers und bunten Sandsteines treffen; auch das kleine Hungerblümchen, die *Draba verna* L., welche in sandigen Gegenden, zur Zeit des Aprils alle Felder bedeckt, geht bis in die Aecker des Kalkes oder bis zu den trockenen Rändern des Lehms. *Alsine media* L., die Miere, wächst auf humoserem Boden recht üppig und kräftig, sobald der Boden zu sandig wird, steht sie da nur, wo Schatten durch dichtes Gebüsch den Sand vor dem Austrocknen schützt. *Plantago media* L., die mittlere Wegebreit, wählt sich Lehm- oder Thonboden, dem geringeren Sande fehlt sie gänzlich, wenn nicht eine Quelle den Boden fortwährend mit ihrem süfsen Wasser tränkt.

Man soll nun nicht glauben, dafs solche Ergebnisse für das praktische Leben von geringer Bedeutung seien; lieben denn nicht unsere Kulturpflanzen auch einen bestimmten Grad der Feuchtigkeit und werden sich in ihrer Gesellschaft nicht alle die Unkräuter einfinden, welche einen gleichen Grad der Feuchtigkeit suchen? Wo also sich solche Unkräuter auf Feldern zeigen, können wir folgerecht schliefsen, dafs der Feuchtigkeitsgrad des Bodens für diese oder jene Getreideart geeignet sein müsse. Welchen Vortheil erlangen wir dadurch? Der Chemiker kann die Wasser haltende Kraft des Bodens erst nach vieler Mühe ermitteln; ohne auf die Feuchtigkeit der Atmosphäre Rücksicht genommen zu haben, macht er uns nur damit bekannt, wie lange ungefähr ein Boden der Dürrung zu trotzen vermag; wir aber übersehen mit einem Blicke aus der Flora der Unkräuter die Kulturfähigkeit des Bodens für diese oder jene Pflanze, weil das Vorhandensein gewisser Pflanzen auch ein gewisses Klima und einen gewissen Boden bekundet.

Die Küstenländer von *Pommern* haben z. B. ein sehr sandiges Erdreich, meistentheils kann man auf den befsten Feldern 84, 85 und 87 Procent Sand rechnen. Nach thüringischem Mafsstabe wäre dieses ein Boden, auf welchem man die zweizeilige Gerste nicht wohl bauen würde, keinesfalls brächte man aber Weizen hinein. In *Thüringen* wird dieser Boden auch andere Unkräuter als in *Pommern* tragen, und diese werden dem in jener Gegend noch unerfahrenen Landwirthe dort anzeigen, dafs er mit Vortheil die zweizeilige Gerste wie den Weizen in solches Land einbringen kann. Bei uns in Mitteldeutschland gilt es für eine besondere Kunst, eine gute Wiesennarbe zu bilden, in der *Schweiz* entsteht sie in kurzer Zeit von selbst; ein Acker, in diesem Jahre noch beartet, ist folgendes Jahr eine schöne Wiese. Dort zeigen die Wiesenblumen, welche als Unkräuter mitten im Felde wuchsen, dem Reisenden an, dafs er's mit anderen Feuchtigkeitsverhältnissen zu thun habe. Die Krume der Alpenwiesen ist keinesweges immer ein bindender Boden, im Gegentheile kann er meistentheils leicht und zu sandig genannt werden, und dennoch

stehen dieselben Pflanzen darauf, welche wir hier auf den befsten Auenwiesen finden, ein Beweis, dafs sie mit unseren befsten Wiesen gleichen Grad der Feuchtigkeit besitzen. So erleichtert uns die Beobachtung der Feuchtigkeitspflanzen das Bonitiren auf Feldern und Wiesen, verschafft uns eine tiefere Einsicht in die Vegetationsverhältnisse verschiedener Gegenden und bewahrt uns vor einer einseitigen Beurtheilung von Landschaften, deren Verhältnisse uns fremd sind.

Nachdem ich die Flora der Feuchtigkeitspflanzen von der Flora der Bodenpflanzen getrennt und die Wichtigkeit ihrer Beachtung dargethan habe, komme ich nun auf die Bodenpflanzen selbst zu sprechen. Zuerst drängt sich uns die Frage auf: welche Bodenarten besitzen eine eigenthümliche Flora? Soll man diese Frage aprioristisch beantworten, so mufs man sich an die Lebenslehre der Gewächse überhaupt und an das Kapitel über die Ernährung der Pflanzen in's Besondere wenden. Hier wird dem Frager die Antwort, dafs nur diejenigen Bodenarten eine eigene Flora besitzen können, welche den Pflanzen eigenthümliche Nahrungsstoffe zuzuführen im Stande sind. Weiter die Wissenschaft zu befragen, möchte nicht rathsam sein, weil wir leider bis jetzt noch immer in jenem Kapitel der Pflanzenernährung zu keinen übereinstimmenden und sicheren Resultaten gelangt sind. Wir wenden uns lieber zur Praxis, an die Erfahrung, und ich werde treulich berichten, was diese mir seit 12 Jahren gelehrt hat.

Ich beginne zuerst mit der Salzflora, einem Gebiete, welches schon längst als ein eigenthümliches bekannt war. Ueberall, wo die Salzpflanzen in Ueppigkeit stehen, ist der Boden etwas feucht, denn nur bei bedeutender Feuchtigkeit ist es möglich, die Salztheilchen so zu verdünnen, dafs sie für das Gewächsreich gedeihlich werden. Feuchtigkeit des Bodens ist nun im Allgemeinen den Gräsern mehr als den Kräutern angenehm, und daher mag es wohl kommen, dafs den berühmten Salzwiesen der *Ostseegestade* der Blumenschmuck abgeht, der Graswuchs aber so dicht und so zart gegeben ist. Es macht auf den aufmerksamen Beobachter

einen eigenen Eindruck, wenn er bemerkt, wie mit der Inundationslinie des Meeres eine einförmige Vegetation in Ueppigkeit und Fülle beginnt, während über derselben mehr Dürftigkeit, aber mehr Manchfaltigkeit herrscht. Charakteristisch für solche Wiesen halte ich nun folgende Gewächse:

Plantago maritima L.,
Glaux maritima L.,
Juncus bottnicus Whlnb.,
Triglochin maritimum L.

Theils am Gestade, theils an den Salinen oder an beiden Standorten werden nachstehende Salzpflanzen gefunden:

Salicornia herbacea L.,
Scirpus maritimus L.,
Scirpus rufus Schrad.,
Glyceria distans Whlnb.,
Glyceria maritima Whlnb.,
Arundo baltica Flgg.,
Juncus balticus Willd.,
Chenopodium maritimum L.,
Salsola Kali L.,
Eryngium maritimum L.,
Arenaria peploides L.,
Carile maritima L.,
Arenaria marina With.,
Anthyllis maritima Schwgg.,
Sagina maritima Don.,
Aster Tripolium L.,
Atriplex litoralis L.,
Pyrethrum maritimum Sm.

Uebrigens ist hiermit das Register noch keinesweges geschlossen, denn ich führe nur diejenigen Pflanzen an, welche ich selbst im Salzboden an verschiedenen Stellen zu wiederholten Malen beobachtet habe. Noch mufs ich bemerken, dafs die Flora der Küste stets manchfacher und grofsartiger als die der Salinen ist, was ich der stärkeren Verdünnung des Salzes zuschreibe. *Aster Tripolium* L. wächst z. B. in *Salzungen*, oder am *Eisleber* See küm-

merlich genug, wird kaum mehr als handhoch und trägt nur wenige Blumen; an der Mündung des *Ryks* in die *Ostsee*, unfern *Greifswalde*, kommt diese Pflanze auch vor, aber 2 bis 3 Fufs hoch, oft 30 bis 50 Blumen tragend. An den Küsten der See gesellen sich zu den Salzpflanzen auch die Bewohner des Sandes, man sieht dort *Ammophila arenaria* Lk., *Elymus arenarius* L., *Armeria vulgaris* Willd., *Carex arenaria* L. und mehre andere Sandpflanzen in aufserordentlicher Ueppigkeit vegetiren, und wiederum stellen sich dort, wo die ausgeworfenen Meerpflanzen verwesen, Humuspflanzen ein, die nicht minder kräftig in ihrem Wuchse gefunden werden.

Nach der Salzflora erwähne ich die Flora des Moores, eines Gebietes mit etwas umfangreichen Gränzen, denn es beginnt mit dem moorigen Haideboden, läuft durch den Moorboden und endigt mit dem Torfe. Die Gegenden der Beobachtungen sind hier die Haiden des Nordens und Südens, die Grünmoore der nördlichen Ebene, des mittleren und südlichen *Deutschlands*, die Hochmoore von *Pommern*, *Westphalen* und *Niedersachsen*, das *Brockenmoor*, die Moore im *Fichtelgebirge*, auf dem *Schwarzwalde* und in den *baierischen Voralpen*. Durch die moorigen Haideländer gränzt dieses Gebiet an die Flora des Sandes, durch die Moore und Torflager wird es mit Wasser- und Sumpfpflanzen reichlich gemischt. Für den moorigen Haideboden sind folgende bezeichnend:

Molinia coerulea Mch.,
Hydrocotyle vulgaris L.,
Drosera rotundifolia L.,
Juncus squarrosus L.,
Scirpus cespitosus L.,
Vaccinium uliginosum L.,
Arbutus uva ursi L.,
Empetrum nigrum L.,
Poa decumbens Scop.

Als ächte Torfpflanzen können nachstehende angesehen werden:

Eriophorum alpinum L.,
Eriophorum vaginatum L.,

Eriophorum capitatum Host.,
Eriophorum gracile Koch.,
Schoenus albus L.,
Schoenus ferrugineus L.,
Schoenus nigricans L.,
Arundo stricta Timm.,
Drosera anglica Sm.,
Drosera longifolia Sm.,
Scheuchzeria palustris L.,
Andromeda polyfolia L.,
Ledum palustre L.,
Comarum palustre L.,
Cineraria palustris L.,
Carex teretiuscula Schk.,
Carex paradoxa W.,
Carex ampullacea Good.,
Carex filiformis L.,
Carex limosa L.,
Carex pulicaris L.,
Carex flava L.

Moor überhaupt bewohnen folgende Pflanzen:

Pinguicula vulgaris L.,
Valeriana dioica L.,
Eriophorum latifolium Hpp.,
Eriophorum angustifolium Rth.,
Scirpus compressus Pers.,
Menganthes trifoliata L.,
Lysimachia thyrsiflora L.,
Parnassia palustris L.,
Tofieldia calyculata Whlnb.,
Cladium germanicum Schrad.,
Hierochloe borealis R. S.,
Swertia perennis L.,
Vaccinium Oxycoccos L.,
Saxifraga Hirculus L.,
Spergula nodosa L.,
Geum rivale L.,
Pedicularis palustris L.,

Malaxis paludosa Schw.,
Myrica gale L.

Dieses sind wenigstens die in *Deutschland* am häufigsten vorkommenden Pflanzen des Moorgebietes. Auch können noch mehre Wassergewächse, wie z. B. *Potamogetum perfoliatus* L., *Hydrocharis morsus ranae* L., hinzugezählt werden.

Wenden wir uns nun zur Flora des Sandes.

Hier betreten wir ein aufserordentlich weites Bereich, das an einer Seite, wie schon oben erwähnt, an die moorigen Haiden stöfst, auf den anderen Seiten theils an den Sandmergel, theils an den sandigen Lehmboden gränzt. Ueberall in den sandigen Fluthebenen, in den Sandsteinen der Kreideformation, des Lias, des Keupers, des bunten Sandes und der Molasse herrscht diese Flora, überall in Nord-, Mittel- und Süddeutschland sah ich sie mit Bestimmtheit auftreten, sobald ich das Sandgebiet erreichte. Ich beginne die Pflanzen zu nennen, welchen schon ein dürftiger Trieb- oder Flugsand zum Wachsthume genügt; es sind folgende:

Narcus stricta L.,
Ammophila arenaria Lk.,
Aira canescens L.,
Elymus arenarius L.,
Plantago arenaria W. Kit.,
Armeria vulgaris Pers.,
Scleranthus perennis L.,
Dianthus arenarius L.,
Arenaria rubra L.,
Spergula pentandra L.,
Ornithopus perpusillus L.,
Astragalus arenarius L.,
Gnaphalium arenarium L.,
Carex arenaria L.,
Carex pilulifera L.,
Carex ericetorum Poll.

Besseren Boden verlangen nachstehende Pflanzen:

Veronica arvensis L.,
Veronica verna L.,

Alopecurus agrestis L.,
Agrostis spica venti L.,
Aira flexuosa L.,
Aira praecox L.,
Aira caryophyllea L.,
Panicum glaucum L.,
Alchemilla Aphanes Leers.,
Radiola Millegrana Sm.,
Myosotis stricta Lk.,
Myosotis versicolor Rth.,
Erythraea Centaurium Pers.,
Myosurus minimus L.,
Rumex Acetosella L.,
Saxifraga granulata L.,
Saxifraga Tridactylites L.,
Scleranthus annuus L.,
Dianthus deltoides L.,
Spergula arvensis L.,
Lychnis Viscaria L.,
Iberis nudicaulis L.,
Raphanus Raphanistrum L.,
Spartium Scoparium L.,
Arabis Thaliana L.,
Trifolium spadiceum Vill.,
Trifolium filiforme L.,
Trifolium campestre Schreb.,
Hypochaeris glabra L.,
Hyoseris minima L.,
Erigeron canadensis L.,
Chrysanthemum segetum L.,
Matricaria chamomilla L. u. a.

Recht kräftigen Boden dieser Art wollen zu ihrer freudigen Vegetation folgende Gewächse:

Panicum viride L.,
Panicum verticillatum L.,
Panicum Crus Galli L.,
Lycopsis arvensis L.,
Stachis arvensis L.,

Malva arvensis L.,
Turritis glabra L.

Die Sandflora geht theilweise auch in alle Bodenarten, welche in ihrer Verwitterung Quarzkörnchen enthalten, z. B. in die Formation der Grauwacke und des Thonschiefers, in die des Granits und des quarzführenden Porphyrs u. s. w. über. Auf solchen Gesteinen zeigt sie sich aber nie so manchfaltig als im Sandbereiche, und die den mageren Sand liebenden Gewächse werden nur selten und sparsam gefunden.

Ich gehe zur Kalkflora über. Dafs der Kalk sein eigenthümliches Gebiet der Gewächse besitzt, kann man am überraschendsten wahrnehmen, wenn man *Deutschland* von Süden nach Norden, von den *Alpen* bis nach *Rügen* durchwandert. Sobald man die Kalkalp verläfst und in das sandige Fluthland hinabsteigt, sieht man eine ganze Reihe von Pflanzen nicht mehr; diese treten mit einem Male wieder auf, wenn man das Gebiet des Jurakalkes betritt, verschwinden in dem Sande des Lias, kommen abermals mit dem Muschelkalke und werden in der Gegend hinter *Weifsenfels* nicht mehr gefunden. Man durchgeht die *Marken* und *Pommern*, ohne eine Spur von ihnen zu entdecken, doch wenn man die letzten Spitzen von *Rügen*, die kreidigen Vorgebirge *Stubbenkamer* und *Arkona*, erreicht hat, erscheint mit dem kalkigen Boden die Kalkflora auf's Neue. Das sind Beweise, deren Giltigkeit anerkannt werden mufs. Auch wird jetzt die Existenz einer Kalkflora wohl von Niemandem mehr geleugnet werden, man ist vielmehr nur über die Gränzen der Kalkflora im Streite. Allerdings müssen wir hier mit Anderen zweierlei Kalkpflanzen unterscheiden: einmal solche, die den Kalk zu ihrer Vegetation nothwendig gebrauchen, und dann solche, denen der Kalkgehalt ein besonders üppiges Wachsthum verleiht. Die ersteren könnten wir, wenn wir Herrn Unger's Sprachgebrauch anwenden wollen, kalkständige, die letzteren kalkholde Pflanzen nennen. Zu den kalkständigen möchten nun nachstehende zu rechnen sein:

Bromus montanus Fl. Wett.,
Sesleria coerulea Ard.,

Adonis vernalis L.,
Adonis aestivalis L.,
Carlina acaulis L.,
Gentiana lutea L.,
Gentiana ciliata L.,
Hippocrepis comosa L.,
Hedysarum Onobrychis L.,
Melica ciliata L.,
Nigella arvensis L.,
Polygala amarella L.,
Paterium sanguisorba L.,
Medicago falcata Fl. dan.,
Medicago minima Lam.,
Thlaspi montanum L.,
Thlaspi perfoliatum L.,
Trifolium rubens L.,
Trifolium montanum L.,
Teucrium montanum L.,
Teucrium Chamaedrys L.,
Caucalis grandiflora L.,
Caucalis latifolia L.,
Bupleurum falcatum L.,
Bupleurum rotundifolium L.,
Centaurea solstitialis L.,
Pyrus Amelanchier W.,
Lithospermum purpureo-coeruleum L.,
Stachys annua L.,
Turritis hirsuta L.,
Tussilago Farfara L. etc.

Das Register dieser Pflanzen ist noch weit gröfser, doch mögen die hier angegebenen Gewächse einstweilen genügen. Man darf aber unter Kalkflora nicht etwa Pflanzen verstehen, welche nur auf verwittertem Kalkfels vegetiren, sondern sie tritt überall auf, wo sich Kalkgehalt im Boden findet. Je gröfser der Kalkgehalt des Bodens aber ist, um so reichhaltiger erscheint die Vegetation, um so üppiger stehen besonders diejenigen Pflanzen, denen ein Kalkfels der passendste Untergrund ist. Man soll gegen

das Vorhandensein einer Kalkflora nicht etwa einwenden, dafs sämmtliche Kalkgewächse, auf nicht kalkhaltigem Boden gesäet, dennoch aufgingen und fortkämen; nur eine oberflächliche Beachtung kann solchen Einwurf als Gegengrund anerkennen. So weit wenigstens meine Erfahrungen reichen, habe ich immer an Kalkpflanzen, die ihren Boden nicht fanden, zweierlei Uebel bemerkt; entweder war ihre Vegetation nur kümmerlich, oder die Dauer ihres Lebens war ungewöhnlich kurz. Das Letztere weifs schon der praktische Landwirth von dem Anbaue solcher Leguminosen, welche vorzugsweise Kalkuntergrund fordern, das Erstere kann man da besonders beachten, wo durch den Flufs oder durch das Meer Samen von Kalkpflanzen auf sandigen Boden gebracht werden.

Auf den grofsen Nutzen der Kenntnifs solcher Kalkpflanzen hat schon Thaer aufmerksam gemacht, und ich glaube nicht, dafs ich hier noch etwas hinzufügen mufs.

Die folgende Flora nenne ich die Schuttflora. Man findet sie überall, wo sich Erde im Gemisch mit verwes'ten organischen Resten ablagert, an Wegen, an Zäunen, auf alten Kieshaufen, welche in der Nähe der Gebäude und Wege liegen, in deren Ritzen sich also der Strafsenstaub niederlegen konnte, an der Meeresküste, wo faulender Seetang oder Meeresschlamm den Sand bedeckt. Vor Allem jedoch ist ihr Wohnsitz in den Dörfern und Städten, in der Nähe der Gebäude oder an Abzugsgräben zu suchen. Je reicher der Boden mit verwes'ten organischen Resten versetzt ist, desto üppiger ist der Stand solcher Gewächse, desto dunkler ihr Grün, desto massiver ihre Blattsubstanz. Stellen sich dieselben auf Feldern ein, so darf man sicherlich schliefsen, dafs der Boden nicht humusarm ist; je kräftiger ihre Vegetation auf dem Artlande, desto reicher das Erdreich an Humussubstanz. Doch mufs man auch hier ungenügsamere und genügsamere Humuspflanzen unterscheiden. Ich hebe aus dem langen Register dieser Flora nur folgende besonders heraus:

Hordeum marinum L.,
Poa annua L.,

Parietaria officinalis L.,
Asperugo procumbens L.,
Solanum nigrum L.,
Chenopodium Bonus Henricus L.,
Chenopodium glaucum L.,
Chenopodium olidum Curt.,
Chenopodium murale L.,
Atriplex hastata Aut. Schk.,
Atriplex rosea Lam.,
Polygonum Hydropiper L.,
Polygonum nodosum Pers. etc.,
Euphorbia Peplus L.,
Chelidonium majus L.,
Glaucium luteum Sm.,
Papaver Argemone L.,
Papaver dubium L.,
Leonurus, cardiaca L.,
Lepidium ruderale L.,
Nasturtium officinale R. Br.,
Erysmum officinale L.,
Barbarea arcuata Rchb.,
Sinapis nigra L.,
Fumaria officinalis L.,
Carduus crispus L.,
Artemisia Absinthium L.,
Anthemis cotula L.,
Urtica urens L.,
Urtica dioica L.,
Mercurialis annua L.,
Bryonia alba L.,
Xanthium strumarium L.

Der Einwurf, dafs mehre der hier angeführten Pflanzen zuweilen auch auf dürftigerem Boden getroffen werden, ist durch die oben vorausgeschickten Bemerkungen zu widerlegen: sie wachsen zwar hier und dort auf ärmerem Erdreiche, aber nur kümmerlich. Die grofse Brennnessel findet man z. B. auch auf Kieshaufen, doch wohl kaum fufshoch. Ich habe diese Pflanze mehre Jahre hindurch auf gutem Boden cultivirt, wo sie 4 bis 5 Fufs Höhe erreichte, und in der humusreichen Walderde der pommer'schen Laubhölzer sah ich sie 6 Fufs und höher, so dafs die Gipfel des Stengels hoch über mir zusammenschlugen.

Nach Abzug dieser 5 Floren und nach Abrechnung

sämmtlicher Feuchtigkeitspflanzen bleibt uns nun eine nicht unbedeutende Zahl von Gewächsen noch übrig, welche ein Gemisch von 2 oder 3 der obigen Bodenarten lieben, also sowohl im lehmigen Sande als im thonigen Kalke, oder mürberen Thone, auch wohl im moorigen Lehmboden und im gemeinen Lehmboden anzutreffen sind. Solche Gewächse, von Hrn. Unger bodenvage Pflanzen genannt, nenne ich Lehmpflanzen. Ich habe darunter noch keine entdecken können, die auf allen 5 Bodenarten zugleich vegetirte. Meistentheils sah ich sie im Humus-, Sand- und Kalkbereiche zugleich, in der Regel blieben Moor- und Salzland ausgeschlossen. Und so rechtfertigt sich der Name Lehmflora, wenn wir anders das Wort Lehm als ein Gemisch des Sandes, Thones und des Humus verstehen.

Was endlich die Verbreitung der verschiedenen Bodenpflanzen betrifft, so bin ich nicht etwa der Meinung, dafs man nicht auch zuweilen Kalkpflanzen auf Sandboden und Sandpflanzen auf Thonboden fände. In der Natur sehen wir die Samen überall ausgestreut, die jungen Pflänzchen gehen dann auf, und nach Mafsgabe ihres passenden Standortes gedeihen sie freudiger oder kümmerlicher. Wächst nun z. B. eine Kalkpflanze auf Sand, so ist es wohl möglich, dafs sie selbst bis zur Blüthe gelangt; ihre Samen sind aber nicht kräftig genug, und bald wird aus der Sandgegend ihre Spur verschwunden sein. Diese Ansicht, welche ich aus meinen Beobachtungen mir bildete, theilen auch andere, sehr erfahrene Physiologen mit mir, auf deren Aussage ich mich gleichfalls berufen darf.

Schliefslich bemerke ich noch, dafs dem Thone kein eigenthümliches Bereich der Bodenpflanzen gehört; wenn er eine besondere Flora besitzt, so liegt der Grund ihrer Existenz in seiner Wasser haltenden Kraft, nicht in seiner eigenthümlichen chemischen Beschaffenheit.



Sachregister.

Ortsregister.

Es sind jedoch hier nur die Orte angeführt, über die im Texte etwas Ausführliches und Specielles enthalten ist.

Namenregister.

Druckfehler und andere Berichtigungen.

Seite 10 Z. 10 v. o. statt Illemanni 25000 lies Nevado de Sorata 25500.
- 30 - 10 v. u. - Schwefelspath l. Schwerspath.
- 47 - 3 v. u. - Pulverschwarz l. Pulver schwarz.
- 50 - 15 v. u. - Labrador l. Orthoklas.
- 54 - 4 v. u. - Feldspath l. Labrador.
- 58 - 6 v. u. - Nagelflur l. Nagelflue.
- 63 - 1 v. u. - Anderit l. Andesit.
- 110 - 2 v. u. - Rudissen l. Rudisten.
- 126 - 3 v. u. - 1837 l. 1839.
- 151 - 1 v. u. - Siluriansystem l. Silurian- und Cambrian-System.
- 154 - 5 v. o. - Untermeerische. Wälder l. Untermeerische Wälder.
- 169 - 3 v. o. - diluviens l. diluvien.
- 202 - 2 v. o. - Speetow l. Speton.
- 209 - 1 v. o. streiche VII.
- 213 - 9 v. o. statt Pholodomia l. Pholadomia.
- 211 - 15 v. o. - Evcrinites l. Encrinites.
- 247 - 10 v. o. - Grapthohthus l. Graptolithus.
- 259 - 17 v. u. - porphyrartigen l. porphyrartig.
- 277 - 5 v. o. - Labrador l. Orthoklas.
- 288 - 1 v. o. - Basius l. Lasius.
- 292 - 5 v. o. - Dolorit l. Dolerit.
- 352 - 5 v. o. - Horritos l. Hornitos.
- 397 - 15 v. o. - Piemont l. Pyrmont.
- 403 - 22 v. o. - Sti l. Sty.
- 415 - 13 v. o. - Ford l. Fond.
- — - — v. o. - Miclell l. Michell.
- 460 - 2 v. u. - Åsare l. Åsar.
- 461 - 8 v. o. - Åare l. Åsar.
- 470 - 7 v. o. - Legamiuosen l. Leguminosen.
- 533 - 3 v. o. - unten näher l. unten z. T. näher.

Tabelle B in der Spalte der Cephalopoden unter Kreidegruppe fehlt Rhizopoden (Nummuliten), und daselbst unter Alluvium steht Pecten statt Sepien.

Dresden, Druck von C. Heinrich.

